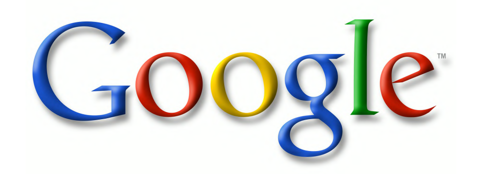
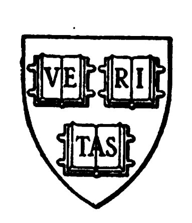


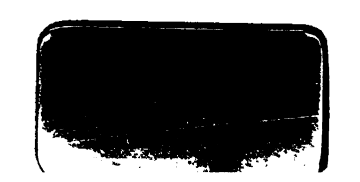
LASSAR-COHN'S

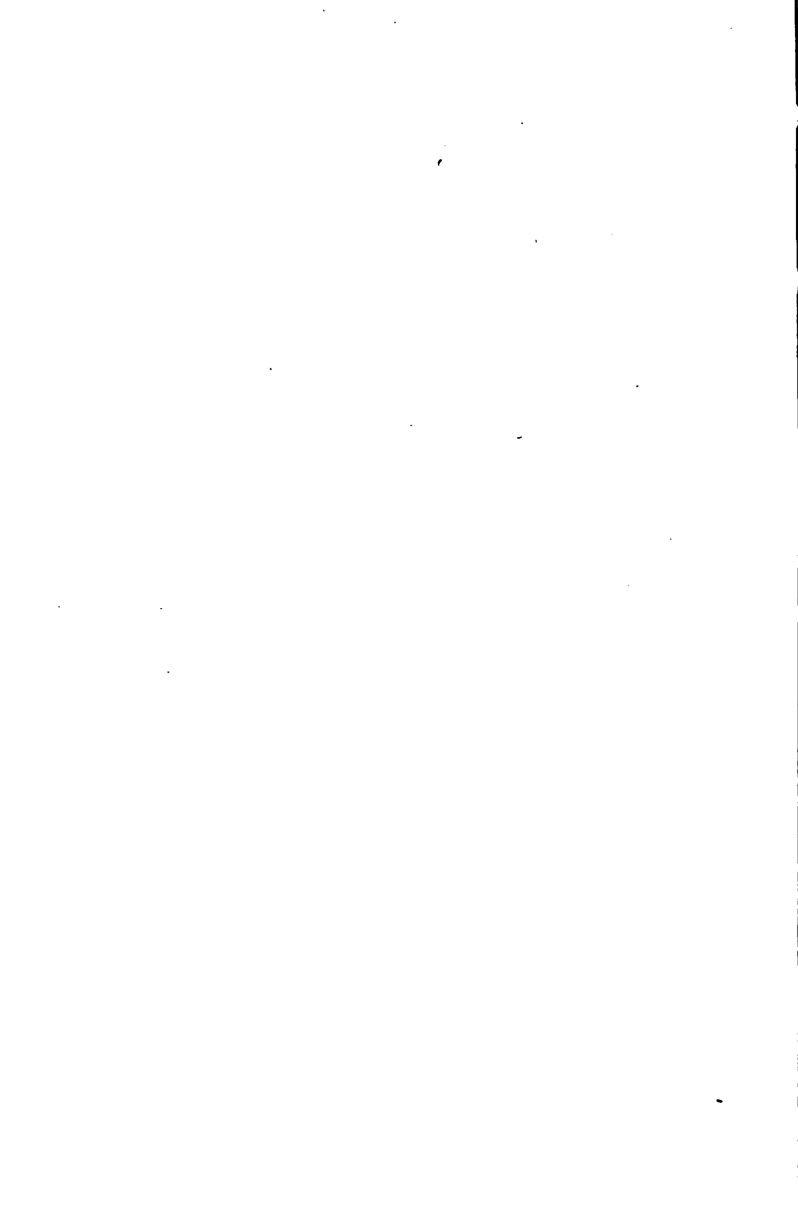
Die Chemie im täglichen Leben

BROOKS

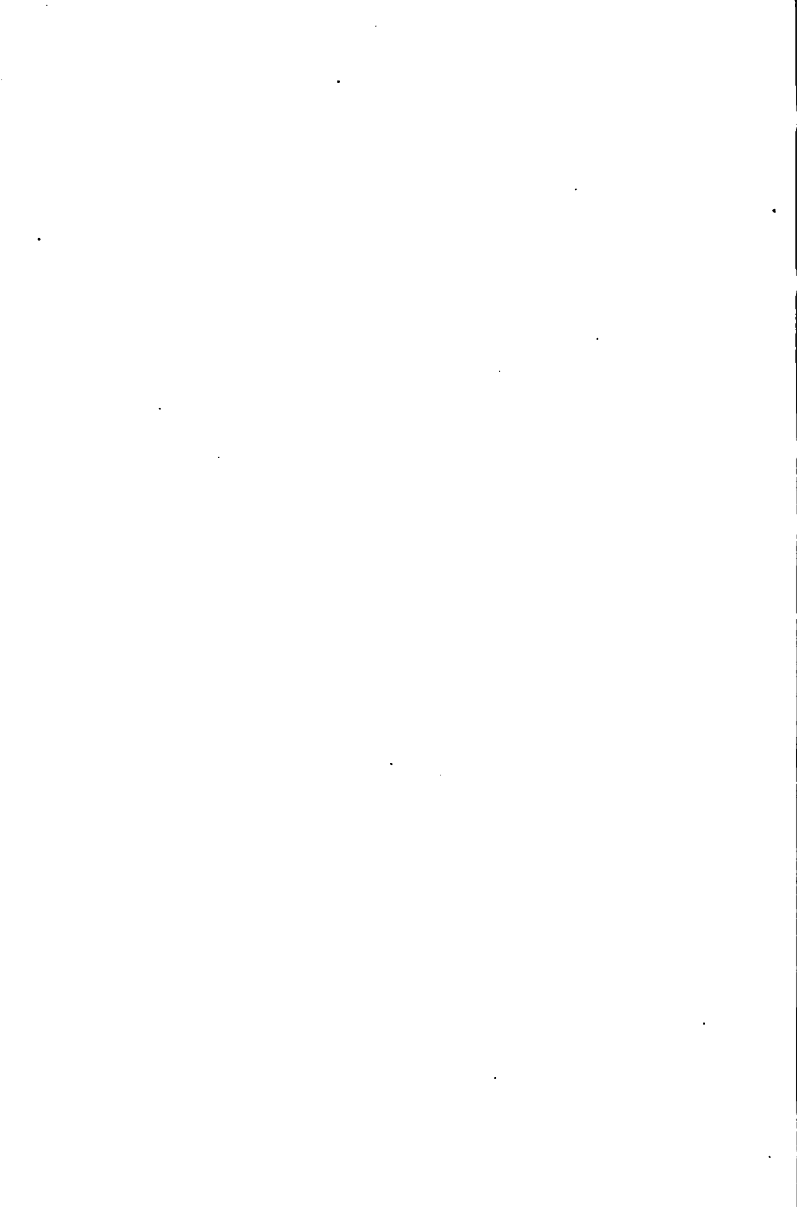



VE RI
TAS









Heath's Modern Language Series

DIE CHEMIE IM TÄGLICHEN LEBEN

VON

PROF. DR. LASSAR-COHN

ABRIDGED AND EDITED WITH NOTES AND AN INTRODUCTION ON GERMAN CHEMICAL NOMENCLATURE

BY

NEIL C. BROOKS, PH. D.
ASSISTANT PROFESSOR OF GERMAN, UNIVERSITY OF ILLINOIS

D. C. HEATH & CO., PUBLISHERS
BOSTON NEW YORK CHICAGO

1 L 9

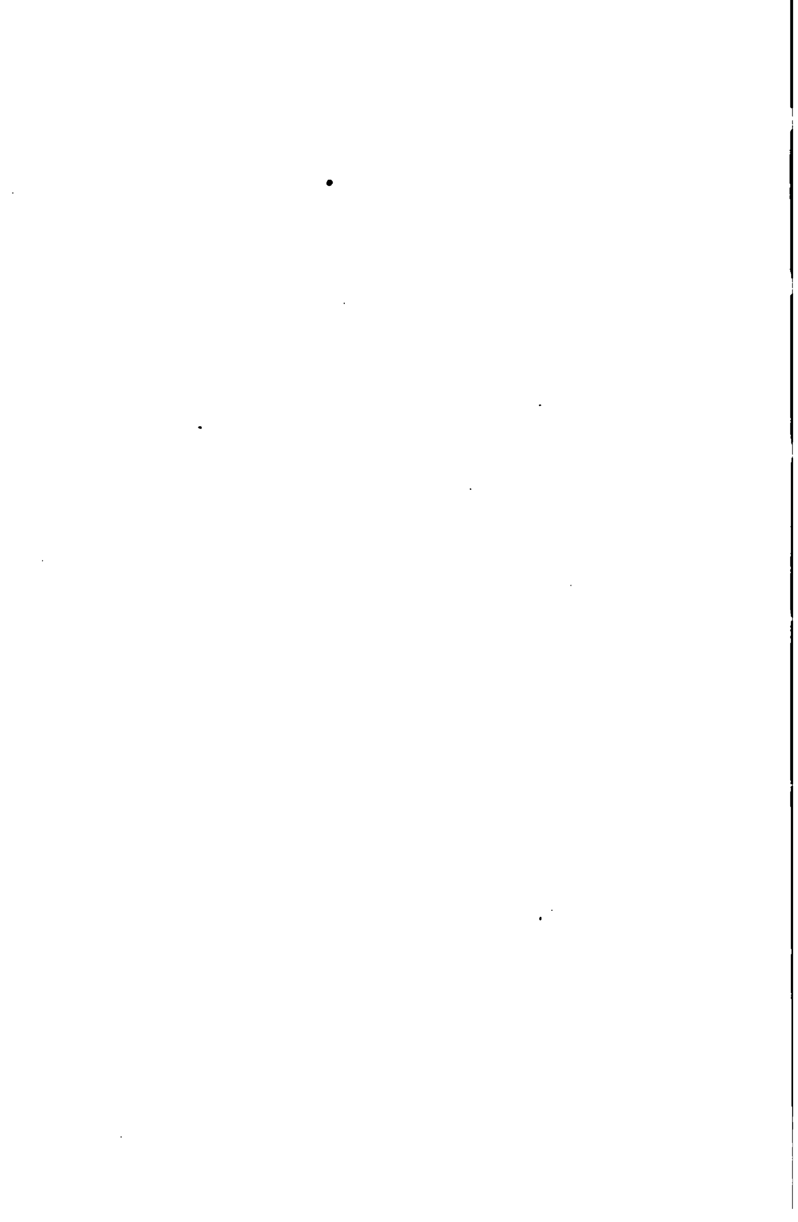
PREFACE

This text is an abridgment of the fourth edition of Lassar-Cohn's *Die Chemie im täglichen Leben*, a work which had its origin in a series of lectures delivered by the author in Königsberg. Its particular advantage as a text-book seems to the editor to lie in the fact that it has those peculiarities of style so characteristic of the language of science in German and yet is not too technical for general class-room purposes.

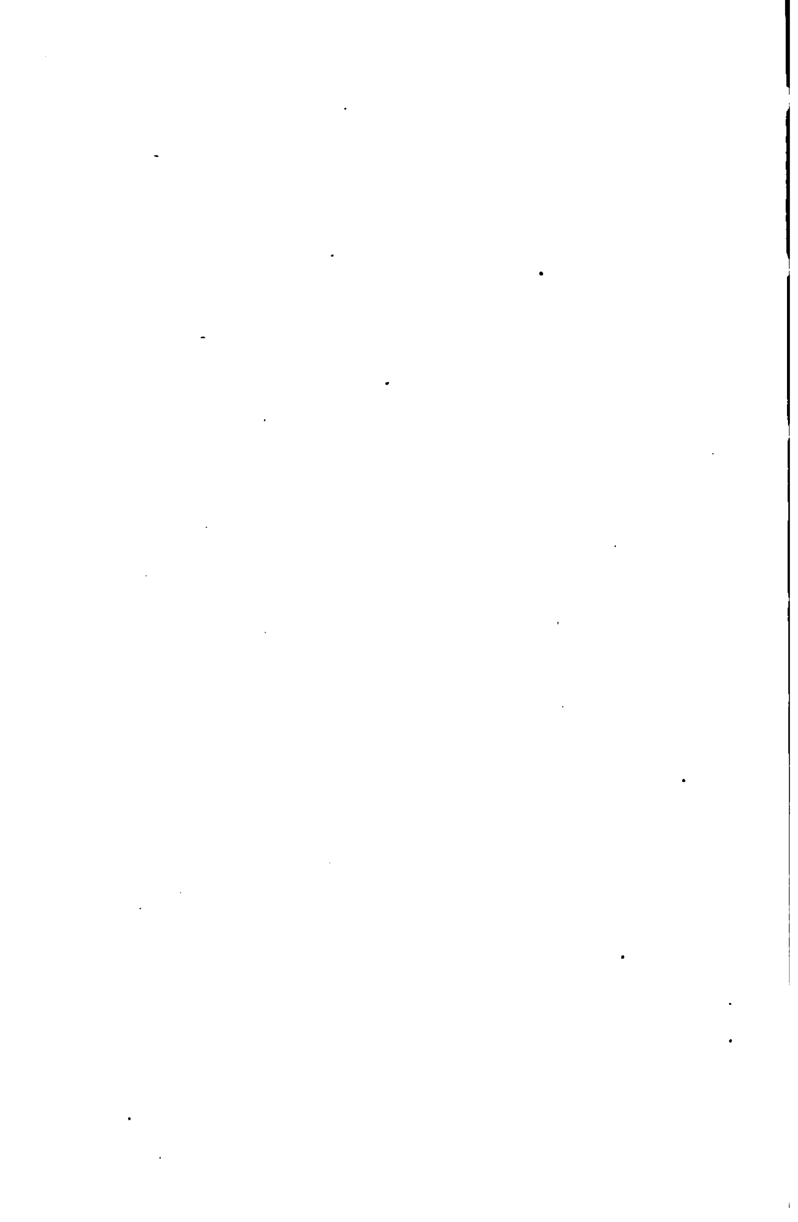
It is a pleasure to acknowledge here the assistance of Prof. L. A. Rhoades, now of the University of Ohio, and of Dr. C. G. Davis of the department of German, and Prof. S. W. Parr, Prof. H. S. Grindley and Dr. J. H. Walton of the department of chemistry of the University of Illinois.

N. C. B.

UNIVERSITY OF ILLINOIS,
March, 1904.



CONTENTS



DIE CHEMIE IM TÄGLICHEN LEBEN

I. Die Ernährung der Pflanzen.

Die Erde besteht aus totem Material, nämlich dem Erdboden und der ihn umgebenden Atmosphäre.[1] Auf diesem und darin leben Pflanzen und Tiere. Die Pflanzen vermögen ihren ganzen Lebensbedarf dieser toten Materie zu entnehmen. Die Tiere vermögen das nicht, sondern sind zu ihrer Ernährung direkt oder indirekt auf das Pflanzenreich angewiesen.

Ein Baum steht Jahrhunderte lang an seinem Platze. Die Natur liefert ihm alles zu seiner Existenz Notwendige.[2] So sorgt der Regen für die nötige Feuchtigkeit. Seinen Bedarf an Kohlenstoff[3] für das Holz und alle jene komplizierten Gebilde, die sein Leben ermöglichen, entnimmt er der Kohlensäure[4] der Luft.

Die Blätter, und aller Wahrscheinlichkeit nach[5] speziell[6] die grünen Körner derselben, die man als Chlorophyllkörner[7] bezeichnet, haben nämlich[8] die Begabung, Kohlensäure so zerlegen zu können, dass sie sich deren[9] Kohlenstoffgehalt nützlich machen, während sie andererseits Sauerstoffgas ausscheiden. Dies ist um so merkwürdiger, als Kohlensäure ein sehr beständiges Gas ist, welches im Laboratorium nur schwierig in

seine Bestandteile zerlegt werden kann. Bildet es sich doch[1] gerade, wie wir wissen, in der hohen Temperatur aller Flammen.

Auch dasjenige, was die Pflanze an sonstigen anorganischen Verbindungen braucht, liefert der Boden, auf dem sie wächst. Wir bekommen diese Stoffe zu sehen, wenn wir z. B.[2] Holz verbrennen; dabei bleiben sie als Asche zurück.

Untersuchen wir derartige[3] Pflanzenaschen genauer, so ergeben Analysen folgendes. Der Aschengehalt einer Roggenpflanze zur Zeit der Blüte beträgt 6,38 Prozent ihres Gewichts, der von reifen Roggenkörnern 1,93 Prozent. Die Asche selbst zeigt folgende prozentische Zusammensetzung.

	Zusammensetzung der Asche von Roggenpflanzen.		Zusammensetzung der Asche von Roggenkörnern.	
Phosphorsäure	20,35	Prozent	47,25	Prozent
Kalisalze[4]	37,16	„	34,50	„
Kieselsäure[5]	24,88	„	2,75	„
Kalk und Magnesia	12,32	„	14,13	„
Schwefelsäure	4,03	„	—	„
Kochsalz	0,76	„	0,90	„
Eisenoxyd	0,50	„	0,20	„

Alles dieses muss also der Boden enthalten, wenn Roggen auf ihm gedeihen soll. An manchem dieser Bestandteile, wie an Kieselsäure, welches die chemische Bezeichnung für reinen Sand ist, oder an Eisenoxyd ist niemals Mangel. Und die Untersuchungen, die zuerst Liebig[6] in den vierziger Jahren[7] in vollstem Umfange hinsichtlich aller ihrer Konsequenzen aufgenommen hat, haben dann dazu geführt, dass man jetzt weiss,

dass man dem Boden, wenn er nicht erschöpft werden soll, im allgemeinen zuzuführen hat:

Phosphorsäure
Kalisalze
Stickstoff. 5

Die übrigen Aschenbestandteile der Pflanzen pflegen fast in jedem Boden in ausreichender Menge vorhanden zu sein.

Nun haben doch alle Kulturvölker, von denen wir wissen, seit Urzeiten Ackerbau getrieben, und trotzdem 10 war sich niemand über die beim Pflanzenwuchs sich abspielenden Vorgänge[1] klar geworden.[2] Nach Erklärungen dafür war natürlich lange gesucht worden, aber statt zu klarer Erkenntnis war man zu einer ganz verkehrten Ansicht gelangt, an welcher selbst die Gebil- 15 detsten ihrer Zeit bis fast zur Mitte dieses Jahrhunderts festhielten. Da es nicht gelang, einen Zusammenhang zwischen der anorganischen und der organischen Welt zu finden, nahm man eine unüberbrückbare Kluft zwischen diesen beiden an. Eine geheimnisvolle Kraft, 20 die Lebenskraft, die als ein undefinierbares Etwas, das jeder näheren Deutung unzugänglich sei,[3] allem Lebenden zukomme, sollte[4] den Unterschied zwischen der lebenden und unbelebten Welt bedingen. Diese unrichtige Voraussetzung zwang dann weiter zur An- 25 nahme, dass die Natur von Urbeginn an[5] eine bestimmte Menge von organischem also mit dieser Lebenskraft versehenem Stoff[6] in die Welt gesetzt habe, welcher im ewigen Kreislauf die Existenz einer ganz bestimmten Menge von pflanzlichem und tierischem Leben auf 30

Erden ermöglicht. Dieses Phantasiegebilde, das doch nur eine Verschleierung des Nichtwissens war, zerstörte nun Liebig durch seine sich auf untrügliche Experimente stützenden Arbeiten,[1] welche beweisen, dass die 5 Annahme einer derartigen[2] Lebenskraft überflüssig und falsch ist, weil die Pflanzen durchaus nicht auf organische Stoffe als Nahrungsmittel angewiesen sind, sondern im Gegenteil ihren Körper aus anorganischen Stoffen aufbauen. Und deshalb ist die Gesamtsumme 10 des organischen auf Erden durchaus nicht von der Natur, wie jene Anschauung annahm, ursprünglich und für alle Zeiten festgestellt, sondern der intelligente Mensch kann den Pflanzenwuchs durch passende Ernährung der Pflanzen gewaltig steigern. Da nun 15 weiter die Pflanzenwelt die Nährmutter[3] der Tiere und Menschen ist, ist er in ganz anderem Masse Herr der Erde, als jene ältere teleologische[4] Anschauung zulässt. Eigentlich muss man sich recht sehr wundern, dass die Menschheit zu dieser Erkenntnis so unendlich lange 20 Zeit gebraucht hat, und an Liebig muss man um so mehr bewundern, dass er das alles herausgefunden hat, zumal[5] er niemals Landwirt gewesen ist. Noch Thaer z. B. — der grosse Reformator der Landwirtschaft, der fast als erster die Vorgänge in ihr wissenschaftlich zu 25 ergründen suchte, und etwa seit Anfang dieses Jahrhunderts ausserordentliche Erfolge speziell auf dem Gebiete der Viehzucht erzielte, — hatte in dem Aschengehalt der Pflanzen nur zufällige Bestandteile gesehen, und nicht erkannt, dass sie unbedingtes Erfordernis für 30 den Pflanzenwuchs sind. Und so kann man ohne Über-

treibung sagen: Aller Ackerbau ist bis zur Erkenntnis der wahren Sachlage durch Liebig eigentlich Raubbau[1] gewesen, und manches Gebiet ist dadurch im Laufe der Zeit geradezu ausgesogen worden. So liefert ein Hektar[2] Acker in Sicilien, der einstigen Kornkammer[3] Roms, wo man seit mehr als zweitausend Jahren niemals den Boden gedüngt hat, nur noch durchschnittlich 1100 Liter Weizen, während man in vielen Gegenden Deutschlands 2300 Liter als Durchschnittsertrag rechnet.

Sehr früh hat man schon beobachtet, dass, wenn man die gleiche Frucht[4] mehrere Jahre auf demselben Felde baut, deren Ertrag, oder richtiger ausgedrückt die Ertragsfähigkeit des Bodens in Bezug auf sie, allmählich mehr und mehr zurückgeht, und hat[5] deshalb stets mit dem Anbau der Früchte in einem gewissen Cyklus[6] gewechselt.

So finden wir denn in den uns aus dem klassischen Altertum überkommenen Büchern, die sich mit landwirtschaftlichen Fragen beschäftigen, schon den aus der erwähnten Beobachtung sich ergebenden Fruchtwechsel[7] empfohlen, und bis in die Regierungszeit Friedrichs des Grossen[8] enthalten die landwirtschaftlichen Bücher eigentlich nichts, was nicht auch schon in jenen uralten Schriften abgehandelt wird. Es kann daher von einem Fortschritt gegen jene Zeiten kaum die Rede sein.

Der Grund des besseren Erträgnisses beim Fruchtwechsel liegt darin, dass bei der verschiedenen Zusammensetzung der Aschen der einzelnen Pflanzen auch die Ausnutzung des Bodens dann nicht alle Jahre in gleicher Richtung erfolgt.

Andrerseits hat man auch seit uralten Zeiten schon die Felder mit den in der Wirtschaft entstehenden Abfällen[1] gedüngt, und so, ohne eigentlich zu wissen warum, dem Boden zurückgegeben, was man ihm entzo-
5 gen, nur weil man sah, dass dadurch der Bodenertrag verbessert wurde. Da aber vieles aus der Wirtschaft verkauft wird, musste doch alljährlich ein gewisses Quantum der anorganischen Salze den Feldern entzogen werden, ohne ihnen wieder zuzukommen, und aus
10 diesem Grunde trotz der Düngung eine Verminderung der Tragfähigkeit des Bodens eintreten. Auch dieses ergab sich aus der Praxis[2] des Lebens, ohne dass man hierfür den wirklichen Grund zu erkennen vermochte.

Diese Beobachtung führte zur sogenannten Brache-
15 wirtschaft.[3] Man liess Felder, nachdem sie einige Jahre Frucht getragen hatten, ein Jahr unbenutzt liegen, und das erhöhte wirklich für die nächstfolgende Zeit ihre Fruchtbarkeit.

Ohne weiteres[4] verständlich ist das nicht. Denn es
20 regnete, wenn es erlaubt ist sich so auszudrücken, doch weder Phosphorsäure noch Kalisalze vom Himmel, resp.[5] von aussen kam doch beim Stillliegen[6] des Bodens keines dieser Salze in ihn hinein; auf diesem Wege tritt keine Vermehrung dieser für den Pflanzenwuchs wich-
25 tigsten Bodenbestandteile ein.

Der Erfolg der Brache beruhte jedoch auf folgendem. Die Phosphorsäure und die Kalisalze befinden sich im Boden grossenteils in in Wasser unlöslicher Form. So können sie von den Wurzeln der Pflanzen gar nicht
30 verwendet werden, da sie dieselben nur in gelöstem Zu-

stande aufzusaugen vermögen. Jedoch die Feuchtigkeit im Boden zusammen mit der in ihm zirkulierenden Kohlensäure der Luft greifen diese unlöslichen Verbindungen an, führen sie in lösliche über. Die Gesteinstrümmer verwittern im Boden, wie man sagt. Ist nun ein Jahr lang der auf diese Weise für die Pflanzenernährung brauchbar gewordene, d. h. also jetzt in Wasser lösliche Vorrat[1] dem Boden nicht entzogen worden, so genügt er zusammen mit dem, was doch jedes Jahr an und für sich gelöst wird,[2] um wieder auf einige Zeit lohnende Ernten zu ermöglichen.

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts fand man dann, dass man die Felder in dem Jahre, in dem man sie bis dahin brach liegen liess, mit Klee, also mit Viehfutter, bepflanzen könne, ohne dass die nachherigen Erträge des Körneranbaues[3] erwähnenswert darunter litten. Die weit in die Tiefe gehenden Wurzeln des Klees holen sich, wie wir heute wissen, die anorganischen Salze aus Tiefen, die denen der Getreidearten unerreichbar sind. Damit war für die damalige Zeit ein grosser Fortschritt insofern erreicht, als man jetzt infolge des vermehrten Futterertrages viel mehr Vieh halten konnte, wodurch man wieder, abgesehen von dessen Wert an sich,[4] mehr Dünger zur Verfügung hatte. Wenn der Boden allmählich kleemüde[5] ward, wie es die Praxis[6] bald lehrte, baute man Erbsen, Bohnen, Kartoffeln und ähnliches. Auf diese Art kam man zu einem regelmässigen Wechsel von Halm- und Blattfrüchten,[7] mit periodisch eingeschobenem Kleeanbau.

Fiel so die Brache weg, so war das ganze nur möglich, weil die verschiedenen Früchte, wie schon erwähnt, die einzelnen anorganischen Nährsalze in relativ sehr verschiedenen Mengen verbrauchen, und ihren Bedarf daran bald aus höheren bald aus tieferen Erdschichten decken, so dass bei richtig geleiteter Fruchtfolge[1] die von der betreffenden Pflanze besonders viel gebrauchten Salze jahrelang wenig durch die Vorfrüchte[2] dem Boden entzogen worden waren. Eine vierjährige Fruchtfolge von Weizen, Kartoffeln, Gerste und Klee entzieht bei Durchschnittsernten einem Hektar Ackerland in Kilogrammen:

	Weizen	Kartoffeln	Gerste	Klee	Gesammtmenge in den vier Jahren.	
Phosphorsäure....	35,2	27,3	30,5	36,2	129,2	Kilo.
Kalisalze	61,5	102,7	60,5	144,0	368,7	„
Kieselsäure	175,4	10,8	138,6	26,0	350,8	„
Kalk und Magnesia	34,9	25,5	35,3	206,4	302,1	„

Also an und für sich trieb die Landwirtschaft jetzt, ohne es zu wissen, hinsichtlich der anorganischen Salze, eigentlich noch stärkeren Raubbau[3] als früher, denn um soviel als ein Feld infolge der vermehrten Viehzucht reicher gedüngt werden konnte, war das Nachbarfeld ärmer geworden. Dieser Nachteil würde sich sicher in unserer Zeit schon geltend[4] gemacht haben, wenn nicht durch Liebig der Zusammenhang aufgeklärt,[5] und ein billiger Ersatz der dem Boden entzogenen anorganischen Salze mit Hilfe der in der toten Natur daran[6] aufgespeicherten Schätze möglich wäre, der nunmehr die Brache wirklich überflüssig macht.

II. Künstliche Düngemittel.

Heutzutage ersetzt man den Verlust, den der Boden durch das Abernten erleidet, soweit der natürliche Dünger nicht ausreicht, durch künstlichen Dünger. Und Liebigs Verdienste um die ganze Welt gipfeln gerade 5 darin, dass er als erster von allen Menschen den einzig rationellen Weg zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit erkannt hat, nämlich der Ackerkrume[1] die Verbindungen und Substanzen wieder zu ersetzen, die ihr durch das Wachstum der Pflanzen entzogen werden. Ja, da von 10 künstlichen Düngemitteln beliebige Mengen zur Verfügung stehen, kann man durch deren reichliche Verwendung, für welche die obere Grenze durch die Erfahrung festgestellt worden ist, den Ertrag des Bodens ausserordentlich erhöhen. Wir kommen jetzt zur Beschaffung[2] 15 dieser künstlichen Düngemittel.

Die hauptsächlichsten Quellen, die für die Gewinnung billiger Phosphorsäure—denn teure könnte der Landwirt nicht brauchen—zur Verfügung stehen, sind folgende drei: Knochen, Phosphorit[3] und Thomasphosphatmehl.[4] 20

Die Knochen bestehen zum grossen Teil aus phosphorsaurem Kalk,[5] ausserdem enthalten sie Fett und leimgebende Substanz.

Glüht man sie in einem geschlossenen, nur mit einem Abzugsrohr[6] für die Dämpfe versehenen Kessel, so hin- 25 terlassen sie im Kessel eine tiefschwarze Masse, die sogenannte Knochenkohle,[7] die somit den Koks der Gasanstalten entspricht. Solche Knochenkohle hat die merkwürdige Eigenschaft, gefärbten Lösungen den

Farbstoff zu entziehen. Von dieser entfärbenden Kraft macht man in vielen Industrieen Gebrauch. Z. B. wird auf diesem Wege das rein weisse Aussehen des Zuckers erreicht.

5 Glüht man Knochen statt in einem geschlossenen Kessel offen an der Luft, so brennen sie natürlich, indem dann aller Kohlenstoff verbrennt, sich völlig weiss. Solche weissgebrannten Knochen sind ein Ausgangsmaterial[1] für die Düngerfabrikation, sie finden aber auch 10 für die Fabrikation des Phosphors Verwendung.

Ausser den Knochen dient der an vielen über die ganze Erde zerstreuten Orten als Mineral vorkommende phosphorsaure Kalk als Phosphorsäurequelle. Er führt zumeist den Namen Phosphorit, und ist bald mehr, bald 15 weniger verunreinigt.[2] Zu Florida in Nordamerika findet er sich in grossen Massen mit einem Durchschnittsgehalt bis zu 82 Prozent an phosphorsaurem Kalk. Da speziell[3] die Verunreinigungen des dort gefundenen Materials die chemische Verarbeitung wenig stören, er-20 streckte sich der Absatz gerade dieses Materials bis zur Mitte der neunziger Jahre[4] über die ganze Welt. Doch ist dann eine Änderung darin eingetreten. Erstens war längere Zeit durch das allgemeine Darniederliegen[5] der Landwirtschaft eine Abnahme des Verbrauchs von 25 Phosphaten überhaupt eingetreten, und zweitens machen jetzt neuentdeckte Lager in Tennessee ihm in Amerika Konkurrenz, während in Algier entdeckte Fundstätten[6] seinen Absatz in Europa schmälern.

Ehemals spielte auch der Guano eine grosse Rolle, 30 doch tritt er infolge der Erschöpfung seiner Lager

allmählich immer mehr in den Hintergrund. Er besteht aus zersetzten Exkrementen von Seevögeln, von denen sich grosse Ablagerungen namentlich an der peruanischen[1] Küste und auf den nahe liegenden Inseln finden. Er ist meist reich an Phosphorsäure und enthält auch zu- 5 gleich viel Stickstoff.

Schliesslich liefert die 1879 entdeckte Entphosphorung[2] des Eisens sogenanntes Thomasphosphatmehl, das seinen Namen nach dem einen der beiden Entdecker der Eisenentphosphorung führt. Es stellt eine für die 10 Landwirtschaft höchst wertwolle, weil besonders billige Phosphorsäurequelle dar.

In den genannten Materialien, mit Ausnahme des letzten und teilweise auch des Guanos, befindet sich nun[3] die Phosphorsäure im gleichen Zustande wie im 15 Ackerboden, nämlich als phosphorsaurer Kalk in der unlöslichen Form. Wollte man die genannten Materialien etwa fein mahlen und auf den Acker bringen, so würde ihre Wirksamkeit eine ganz ungenügende sein, indem sie da nur sehr langsam auf dem natürlichen Wege 20 wasserlöslich und damit für den Pflanzenwurzeln absorbierbar würden. Kurzum sie wären für den Landwirt so gut wie wertlos, indem die Pflanzen sie nur im Laufe vieler Jahre sich nutzbar machen könnten.

Ganz anders gestaltet sich aber die Sache dadurch, 25 dass man die Phosphate aufschliesst,[4] wie der fachmännische Ausdruck für ihre künstliche Überführung in den leicht im Wasser löslichen Zustand lautet. In diesem Zustande werden sie sogleich den Wurzeln der Pflanzen in einer solchen Beschaffenheit geboten, dass diese sie 30

leicht und gern aufnehmen. Das Aufschliessen erfolgt in seinen Grundzügen stets so, dass die Phosphate fein gemahlen und mit starker Schwefelsäure übergossen werden. Der so erhaltene künstliche Dünger wird Super-
5 phosphat[1] genannt.

Wir kommen nun zu den Kalisalzen als Düngemittel. Kalisalze sind bis in die sechziger Jahre unseres Jahrhunderts recht kostbar gewesen. Die einzige Form, in der Kali in grösseren Mengen zu Gebote stand, war die
10 Pottasche, die in chemischer Beziehung kohlensaures Kali ist.

Pottasche wurde, wie noch der Name andeutet, ursprünglich durch Auskochen von Pflanzenasche, als welche natürlich hauptsächlich Holzasche diente, in
15 Töpfen bereitet. Den Kaligehalt der Pflanzenaschen kennen wir ja schon von ihrer Analyse her. Noch in der Mitte dieses Jahrhunderts kauften Händler an vielen Orten, z. B. selbst in Paris, wo die zur Zimmerheizung dienenden mit Holz gespeisten offenen Kaminfeuerungen
20 sehr reine Holzasche lieferten, die Holzasche zusammen, die dann in Fabriken auf[2] Pottasche verarbeitet wurde. Sie wird viel in den Gewerben (Glasfabrikation, Seifenfabrikation, Färbereien etc.) gebraucht, und stand, und steht auch noch, obgleich man sie jetzt künstlich aus
25 anderen Kalisalzen herzustellen versteht, sehr hoch im Preise, so dass sie als Düngemittel nie hätte Verwendung finden können. Die anderen heute viel billiger als die Pottasche zu habenden[3] Kalisalze, die zu Düngezwecken dienen, wie Chlorkalium[4] und schwefelsaures Kali, stam-
30 men nun alle aus den Bergwerken in der Gegend von

Stassfurt, welches in der Nähe von Magdeburg[1] liegt. So versorgen diese an Zahl geringen, in ihrer Ausdehnung sehr grossen deutschen Bergwerke die Landwirtschaft der ganzen Welt mit Kalisalzen.

In Stassfurt gab es viele salzige Quellen, die seit einer 5 Reihe von Jahrhunderten auf[2] Kochsalz versotten[3] wurden. Das ward die Veranlassung, in jener Gegend direkt nach Steinsalz zu bohren. Man stiess dabei wohl auf eine Art Salz, doch schmeckte es bitter, und wurde als Abraumsalz[4] in grossen Mengen beiseite geworfen, 10 nachdem infolge der Erbohrung[5] reinen Steinsalzes der bergmännische Betrieb in Gang kam.[6]

Diese bitteren Salze sind nun, wie man später fand, nichts anderes als Kalisalze, die dort in ungeheueren Massen liegen, und Veranlassung zur Gründung der 15 grossen Industrie gegeben haben, die jetzt in jener Gegend blüht. Die Rohsalze, wie sie die Natur liefert, müssen nämlich[7] erst in Fabriken umgearbeitet werden, um als Düngemittel brauchbar zu sein. Auch die dabei erhaltenen Nebenprodukte[8] sind teilweise technisch 20 verwertbar.

Man nimmt an, dass das Salzlager der Überrest eines ausgetrockneten Meeresarmes ist, der nach dem beginnenden Austrocknen sich noch öfters wieder mit Seewasser füllte, woraus sich das so massenhafte Vorkom- 25 men der Salze erklärt. Das Meerwasser enthält Brom, und ist[9] daraus zuerst dieses Element in Südfrankreich hergestellt worden. Es spielt jetzt eine wichtige Rolle in der Photographie, in der es, wie wir sehen werden, sehr viel gebraucht wird. Nun müssen doch die Stass- 30

furter Salze, wenn die Annahme, dass sie dem Meere entstammen, richtig ist, ebenfalls Brom enthalten, und wirklich wird Brom jetzt daraus in grösstem Massstabe gewonnen.

5 Wir gehen nunmehr zum Stickstoffbedarf der Pflanzen über.

Die Pflanzen brauchen den Stickstoff zum Aufbau des sogenannten Pflanzeneiweisses,[1] welches in ihrem Dasein in ähnlicher Weise, wie das für das tierische Eiweiss
10 gilt, die eigentlichen Lebensfunktionen bedingt;[2] und so erklärt es sich, dass Stickstoffmangel für sie gleichbedeutend mit Verkümmerung[3] ist.

In den Aschenanalysen (siehe Seite 2) finden wir Stickstoff nicht angeführt, und zwar deshalb, weil er in
15 keiner Verbindung feuerbeständig[4] ist, sondern bei der hohen Temperatur, die zur Veraschung der Pflanzenteile nötig ist, stets als solcher oder in Verbindung mit anderen Elementen entweicht.

Von vornherein[5] sollte man meinen, dass die Pflanzen
20 an Stickstoff nie Mangel haben könnten. Wir sahen, dass sie mit Hilfe der Blätter ihren Kohlenstoffbedarf aus der Luft und zwar mit Leichtigkeit decken,[6] und die Luft enthält in zehntausend Teilen nur drei Teile Kohlensäure, während in dieser Menge rund achttausend
25 Teile Stickstoff vorhanden sind.

Stickstoff ist aber ein sehr indifferentes[7] Gas, und die Pflanzen haben, im Gegensatz zu ihrer durch die Chlorophyllkörner ermöglichten Assimilationsfähigkeit für Kohlensäure, keine Vorrichtung zur direkten Aufnahme
30 dieser trägen[8] Materie.

Allerdings findet sich in der Luft Ammoniak, also eine wasserlösliche Stickstoffverbindung, in Spuren, die aber nur nach Millionstel Teilen sich berechnen. Da nun die Pflanzen die wasserlöslichen Stickstoffverbindungen nur mit den Wurzeln, nicht mit den Blättern aufzunehmen vermögen, gelangt von diesem Ammoniak höchstens der Teil an dieselben, der mit der Luft im Boden zirkuliert, oder das, was mit dem Regen in ihn hineingespült wird, und das ist ganz ungenügend.

Wie die neuesten Forschungen gezeigt haben, spielen nun bei dem Prozess der Stickstoffassimilation durch die Pflanzen Bacillen eine ausschlaggebende[1] Rolle. Es kommen nämlich im Ackerboden Bacillen mit der merkwürdigen Eigenschaft vor, durch ihren Lebensprozess Stickstoff mit Sauerstoff vereinigen zu können. Solche Verbindungen geben ihrerseits mit im Boden vorhandenen Stoffen wasserlösliche Substanzen, zumeist salpetersaure Salze,[2] die die Pflanzen dann aufnehmen. Die Salpetersäure ist nämlich ein Oxydationsprodukt des Stickstoffs, also eine Sauerstoffverbindung desselben.

Ja, es gibt Pflanzen, und zwar gehören sie zur Klasse der Leguminosen,[3] an deren Wurzelknöllchen sich infolge der Bacillenthätigkeit so viel stickstoffhaltige[4] Materie ablagert, dass sie, wenn Phosphorsäure und Kali genügend vorhanden sind, nicht nur ohne jede Stickstoffdüngung vorzüglich gedeihen, sondern dass ihre beim Abernten zurückbleibenden Wurzeln den Boden geradezu an Stickstoffverbindungen bereichern. Man bezeichnet sie deshalb als Stickstoffsammler.[5] Infolgedessen findet dann eine im folgenden Jahre ge-

baute Frucht, deren Wurzeln die Eigenschaft des überreichlichen Stickstoffsammelns nicht haben, einen ihr Wachstum sehr fördernden Vorrat daran vor, ohne dass Stickstoffdüngung stattgefunden hat. Der Geldwert
5 dieses Stickstoffs mag etwa 40 Mark pro Hektar[1] bei dem jetzigen Preise des Chilisalpeters,[2] wenn man damit düngen müsste, betragen.

Nun haben schon, lange bevor man dies alles wusste, praktische Versuche gelehrt, dass es für den Pflanzen-
10 wuchs ausserordentlich förderlich ist, wenn man dem Boden stickstoffhaltige Materialien zuführt, also sozusagen die Bacillen in ihrer Tätigkeit unterstützt. Am geeignetsten sind natürlich wasserlösliche Stickstoffverbindungen, und von diesen sind namentlich zwei in
15 genügender Menge zu haben und billig genug, um für diesen Zweck in der Landwirtschaft Verwendung finden zu können. Es sind dies erstens das Ammoniak und zwar in Form von schwefelsaurem Ammoniak,[3] und zweitens der Chilisalpeter.

20 Ammoniak ist in chemischer Beziehung ein Alkali oder eine Base,[4] diese beiden Bezeichnungen sind heutzutage gleichbedeutend, und die Eigenschaft der Basen ist es, sich mit Säuren vereinigen zu können. Was dabei entsteht, nennt man ein Salz. Bei der Unsumme
25 von Säuren und Basen, die die Chemiker kennen, gibt es daher für sie eine Unsumme von Salzen ganz im Gegensatz zum gewöhnlichen Sprachgebrauch, der unter Salz doch nur Kochsalz versteht. Solche Salze nennt man schwefelsaures Kali[5], kohlensaures Natron etc.
30 nach älteren Anschauungen, die sich im Publikum er-

halten haben. Die Chemiker fassen ihre Zusammensetzung heute etwas anders auf, und sprechen vom schwefelsauren Kalium, kohlensauren Natrium etc. Doch soll in diesem Buche die alte Bezeichnung beibehalten werden, zumal[1] es ganz unmöglich ist, hier die Gründe dieser Änderung auseinander zu setzen.

Sowohl Säuren wie Basen können feste, flüssige oder gasförmige Körper sein. So ist Kieselsäure (Sand) eine feste Masse, und sie ist im chemischen Sinne eine Säure, weil sie sich z. B. mit der Base Kali zu kieselsaurem Kali, also einem Salz vereinigt. Schwefelsäure ist eine flüssige Säure und Kohlensäure ist gasförmig. Die Base Kali ist ein fester Körper, Anilin[2] ist eine flüssige Base, und Ammoniak, mit dem wir es hier speziell zu tun haben, ist eine gasförmige Base. Da Ammoniakgas zufällig die Eigenschaft hat, in Wasser sehr leicht löslich zu sein, halten wir es der Bequemlichkeit halber in wässeriger Lösung vorrätig, und da es in dieser Form auch verkauft wird, sind die Laien geneigt, es für eine Flüssigkeit zu halten.

Das Ammoniakgas wird für die Zwecke der Landwirtschaft stets an Schwefelsäure gebunden, welche sich mit demselben zu einem weissen festen Salz vereinigt. So findet es seine Verwendung als Düngemittel in Form von schwefelsaurem Ammoniak und wird als solches auf die Felder geworfen.

Die zweite Stickstoffquelle repräsentiert der Salpeter. Er entsteht durch Verbindung der Salpetersäure mit den Basen Kali oder Natron, und darnach unterscheidet man Kalisalpeter und Natronsalpeter.

Der Kalisalpeter ist lange bekannt, und dient zur Herstellung des Schiesspulvers. Auf dieses und die neueren Sprengmittel[1] wollen wir nach Erledigung der Besprechung der Nahrungsmittel näher eingehen.[2] Er
5 ist für die Landwirtschaft zu teuer.

Der billige Natronsalpeter ist wiederum ein Kind der Entdeckungen unserer Zeit. Er ist ein weisses in Wasser leicht lösliches Salz und führt nach seinem Ursprungslande auch den Namen Chilisalpeter. Daselbst
10 gibt es gewaltige Länderstrecken, in denen es fast nie regnet, und der Boden gerade jener Gegenden ist reich daran.

Würde es dort viel regnen, so wäre er längst fortgewaschen. Laugt[3] man nun das den Salpeter enthaltende
15 Erdreich mit heissem Wasser aus, womit in den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts begonnen worden ist,[4] so erhält man eine Lösung von Natronsalpeter. Filtriert man diese konzentrierte Lösung, so krystallisiert er beim Erkalten aus. Die so erhaltenen Krystalle bilden
20 den Chilisalpeter des Handels.

Nachdem wir nunmehr gesehen haben, in welcher Weise die Pflanzen imstande sind, alle zu ihrem Aufbau nötigen Stoffe der anorganischen Welt mit Einschluss der uns umgebenden Luft zu entnehmen, gehen wir zur
25 Ernährung der Menschen über.

III. Die Ernährung der Menschen.

Der Mensch vermag seinen Körper nur aus den von den Pflanzen bereits hergestellten organischen Stoffen

aufzubauen. Er benutzt für diesen Zweck Obst, Getreide etc., aber ebensogut dienen ihm Tiere dazu, wie die Austern, oder Teile von ihnen, wie ihr Fleisch.

Die Tiere selbst leben aber ihrerseits stets wieder von Pflanzen, resp.[1] von anderen Tieren, so dass also die 5 Nahrung des ganzen Tierreichs dem Pflanzenreiche entstammt.

Alle Stoffe, welche uns als Nahrungsmittel dienen sollen, gelangen in den Magen. Dort und weiterhin im Darm werden diejenigen ihrer Bestandteile, die für die 10 Ernährung Verwendung finden sollen, verdaut, d. h.[2] löslich gemacht, so dass sie vermittelst der Diffusion ins Blut gelangen können, welches bei seinem Kreislauf durch den Körper allen Teilen desselben das, was sie nötig haben, zuführt. 15

Die Magenwand aller Tiere und des Menschen sondert einen Stoff ab, den man Pepsin nennt. Ausserdem findet sich im normalen Mageninhalt stets ein wenig, durchschnittlich 0,2 Prozent, Salzsäure. Diese beiden vereint haben die Eigenschaft, die ungelösten Eiweiss- 20 stoffe[3] der Nahrung löslich zu machen, sie in Peptone,[4] wie der Kunstausdruck lautet, zu verwandeln.

Während das im Magen in Tätigkeit tretende Agens[5] Pepsin heisst, und nur in Gegenwart von Säuren wirksam ist, indem also beide zusammen die Eiweissstoffe in den 25 gelösten Zustand überführen, veranlasst[6] die für die Ernährung nicht weniger wichtige Verdauung im Darm ein Stoff, den man Trypsin genannt hat. Dessen lösende Kraft, die die Kohlenhydrate[7] und Fette verdaut, also für den Körper nutzbar macht, kommt aber 30

nur bei Anwesenheit von Alkali zur Geltung, und reagiert[1] deshalb der Darminhalt alkalisch.

Sind auf dem Wege der Verdauung im Magen und Darm die Substanzen erst einmal gelöst, dann ist ja 5 leicht einzusehen, wie sie durch Diffusion in das Blut übertreten können und durch den ganzen Körper verteilt werden.

Leicht einzusehen ist das wohl, wenn man es nur in der angegebenen Form betrachtet. Aber auch andere 10 Fragen, die bis heute niemand gelöst hat, drängen sich dabei auf.

Wir haben es als ganz selbstverständlich besprochen, dass sich die Verdauungsvorgänge im Magen etc. abspielen. Der Magen besteht aber doch schliesslich[2] 15 auch aus Fleisch, d. h. Eiweissstoffen, weshalb verdaut er da nicht sich selbst, woher kann er der Verdauungsflüssigkeit widerstehen? Wir verdauen doch mit Leichtigkeit, sagen wir, einen Gänsemagen, und wenn Sie dessen Verdaulichkeit etwa aufs Kochen schieben[3] wol- 20 len, so müssen Sie bedenken, dass ein Hund z. B. ihn doch mühelos ungekocht bewältigt.

Die Beantwortung dieser Frage ist wirklich mit Sicherheit bis heute noch nicht gegeben. Wir wissen bereits, dass der Magensaft[4] sauer ist, Blut dagegen alkalisch rea- 25 giert, und so kann man sich vorstellen, dass Säure und Alkali sich in der Magenwand gegenseitig abstumpfen,[5] wodurch, da nunmehr die Säure fehlt, die Möglichkeit der Verdauung aufgehoben ist. Ob dies aber wirklich der Grund für die Haltbarkeit unseres Magens ist, ist 30 bisher nicht zu entscheiden gewesen.[6]

Auch lässt sich noch manches andere geheimnisvolle über die Leistungen der Verdauung sagen. Um nicht weitschweifig zu werden, sei nur noch eins erwähnt. Wo hat der Verdauungstractus[1] die Intelligenz her, all dasjenige aus den Nahrungsmitteln auszuwählen, was der ganze Körper braucht?

Wir können uns noch ganz gut vorstellen, dass er für sich selbst sorgt, seinen eigenen Bedarf an Nahrungsstoffen zu seiner Instandhaltung[2] deckt. Aber woher weiss er, wie viel phosphorsauren Kalks die Knochen für ihre Existenz benötigen und was das Gehirn braucht? Woher versteht der gesamte Verdauungsapparat bis etwa sein zweiundzwanzigstes Jahr so viel Nahrungsstoffe an das Blut abzugeben, dass sie auch für das Wachstum des Körpers genügen, und hört von da ab damit auf.

Damit kommen wir immer mehr auf schwierige Gebiete der physiologischen Chemie, die wir hier nicht weiter verfolgen können.

Aber wenn wir offen sein wollen, wir wissen nicht einmal genau anzugeben, was Hunger und was Durst ist. Der eine empfindet den Hunger mehr im Rachen, der andere im Magen. Nur hat die Natur dafür gesorgt, dass wir beim Eintreten des *Gefühls* wissen, dass wir dieser Unlustempfindung vermittelst Nahrungsaufnahme abhelfen können, und hinsichtlich der Auswahl der Nahrungsmittel hat sie uns einen bedeutenden Spielraum gelassen.

In chemischer Beziehung zerfallen diese in drei grosse Klassen: Eiweissstoffe, Fette, und Kohlenhydrate.

IV. Die Eiweissstoffe.

Die Eiweissstoffe sind sehr kompliziert zusammengesetzte stickstoffhaltige[1] Substanzen, die die Natur in den Pflanzen erzeugt. Sie gelangen von diesen aus
5 mit der Nahrung in den tierischen Körper. Er baut daraus dann noch weit kompliziertere Eiweissstoffe auf, die wiederum durch den Lebensprozess verbraucht, also zerstört werden. Die infolgedessen im Körper vorhandenen Zerfallsprodukte müssen nun aus demselben her-
10 ausgeschafft werden, da sie ja sonst sich ununterbrochen vermehrend jedes Weiterleben[2] unmöglich machen würden. Dieses Hinausschaffen kann natürlich nur so geschehen, dass das Blut sie mit fortführt. Mit diesem gelangen sie, die, um in der Blutbahn zirkulieren zu kön-
15 nen, alle von Natur aus[3] wasserlöslich sind, schliesslich in die Nieren, welche die Aufgabe haben, das überflüssige Wasser aus dem Körper auszuscheiden.

Die Bezeichnung Eiweissstoffe rührt natürlich vom Eiereiweiss her, hat aber im Laufe der Zeit jene weit
20 umfassendere Anwendung gefunden, deren Definition wir soeben gegeben haben. Infolgedessen kann es z. B. im Wasser lösliche und in ihm unlösliche Eiweissstoffe geben.

Die wasserlöslichen Eiweissstoffe, z. B. also das Hüh-
25 nereiweiss, gerinnen[4] beim Kochen. Diese Umwandlung ist eine höchst merkwürdige. Wenigstens ist unter der Unzahl von Substanzen, die die Chemiker im Laufe der Zeiten dargestellt[5] haben, keine einzige, welche diese Eigenschaft zeigt, und es ist auch kaum Hoffnung vor-

handen, Körper im Laboratorium aufzubauen, denen sie zukommt. Ganz aussichtslos[1] ist die Darstellung künstlichen Eiweisses.

Der hauptsächlichste Eiweissbestandteil der Milch, welcher den Namen Kasein[2] führt, verträgt dagegen das Kochen, ohne sich zu verändern, also ohne zu gerinnen. Kommt aber nur die geringste Menge Säure in die Milch, so scheidet sich dieser Eiweissstoff sofort in Flocken ab.

Die Menge des Kaseins und der sonstigen Bestandteile in der Milch und im Rahm lehrt uns folgende Tabelle kennen:

	Milch	Rahm	
Wasser	87,70	68,82	Prozent
Kasein	2,91	3,76 (zusammen)	„
sonstiges wasserlösliches Eiweiss	0,52		
Fett	3,32	22,66	„
Milchzucker	4,84	4,23	„
Asche[3]	0,71	0,53	„

An warmen Sommertagen wird nun die Milch scheinbar von selbst sauer, und gerinnt Ihnen[4] meist ganz gegen Ihren Willen. Dieses Sauerwerden hängt so zusammen:[5] ausser dem Kasein, das also etwa drei Prozent ausmacht, enthält sie als spezifischen Bestandteil den Milchzucker, dessen Menge über vier Prozent beträgt, und dieser kann, wie die meisten Zucker, gären.

Voraussetzung für jede Gärung sind gewisse überall in der Luft vorhandene Lebewesen,[6] heute Bacillen genannt, die ihre Wirksamkeit aber nur bei Erfüllung ihnen zusagender Bedingungen[7] äussern. So wirkt der Milchsäurebacillus — so genannt, weil er den Milchzuk-

ker in Milchsäure[1] verwandelt — erst bei Temperaturen etwa zwischen 20 and 30° lebhaft auf die Milch ein, und gerinnt diese daher durch die sich darin dann bildende Milchsäure nur an sehr warmen Tagen.

Gerinnt die Milch durch Sauerwerden, so geschieht das also durch Abscheidung ihres Kaseingehalts. Man bringt sie aber auch absichtlich in anderer Weise und zwar mittelst Lab[2] zur Gerinnung. Das, was auf diese Art abgeschieden wird, dient, passend hergerichtet, unter dem Namen Käse als Nahrungsmittel. Das erwähnte Lab ist ein Ferment nach Art des Pepsins, nur findet sich dieses Ferment nicht in jeder Magenwand, sondern speziell in der Schleimhaut[3] des vierten Kälbermagens.

Lernten wir bisher Eiweissstoffe kennen, die, sei es durch Hitze, sei es durch Säure gerinnen, so gibt es auch solche, die nur, solange sie sich im lebenden Körper befinden, gelöst bleiben, nach dem Verlassen desselben aber sehr bald erstarren. Solche Stoffe finden sich im Blute, und scheidet sich dieses,[4] wie ja allgemein bekannt ist, nach dem Verlassen des Körpers beim Stehen an der Luft sehr bald in eine feste Masse und eine Flüssigkeit. Die feste, rotgefärbte plastische Masse wird durch Waschen mit Wasser farblos, sie führt dann den Namen Fibrin. Die nach Abscheidung des Fibrins aus dem Blute übrigbleibende Flüssigkeit führt den Namen Blutwasser oder Serum.

In Anschluss an das Eiweiss haben wir noch den Leim[5] zu besprechen. Die Knorpel, die Knochen und das ganze sogenannte Bindegewebe[6] des tierischen Körpers enthalten Substanzen, die, wenn man sie mit Wasser

kocht, schliesslich in Lösung gehen, und der erhaltenen Flüssigkeit die Eigenschaft erteilen, beim Erkalten zu gelatinieren. Durch Eintrocknen dieser gelatinierten Flüssigkeit erhält man den Leim, der in dieser Form für Klebzwecke Verwendung findet. 5

Auch er ist stark stickstoffhaltig. Sein Prozentgehalt daran weicht nicht viel von dem des eigentlichen Eiweisses ab, von dem wir hier Analysen im Zusammenhang mit ihm geben. Daher vermag der Leim in der Nahrung, in die er also beim Kochen von Knochen etc. 10 übergeht, auch teilweise das Eiweiss zu vertreten. Er findet sich namentlich in Suppen und Saucen.[1]

	Hühnereiweiss.		Pflanzeneiweiss. aus Weizen		Leim.	
Kohlenstoff	52,25	Proz.	54,3	Proz.	50,1	Proz.
Wasserstoff	6,90	„	7,2	„	7,5	„
Stickstoff	15,25	„	16,2	„	17,5	„
Schwefel	1,93	„	1,0	„	—	„
Sauerstoff	23,67	„	21,3	„	24,9	„

15

V. Die Fette und Kohlenhydrate.

Die stickstofffreien[2] Nahrungsmittel zerfallen in zwei grosse Klassen, in die Fette und die Kohlenhydrate. 20 Da nun sowohl Fette als auch Kohlenhydrate stickstofffrei sind, und infolgedessen bei beiden für die Ernährung nur ihr Kohlenstoffgehalt in Betracht kommt, vermögen sie sich, was höchst wichtig ist, in den Nahrungsmitteln gegenseitig zu vertreten.[3] 25

Die Fette, die als Nahrungsmittel Verwendung finden, entstammen grossenteils dem Tierreich, aber auch dem Pflanzenreich. Letztere nennen die Nichtchemiker

zumeist Öle; es sei an das Olivenöl erinnert.[1] Die Kohlenhydrate dagegen finden sich im Tierkörper nur in minimalster Menge. Alle, die uns als Nahrungsmittel dienen, liefert das Pflanzenreich.

5 Aus dem bisher Mitgeteilten schon erklärt es sich sehr leicht, dass die Grönländer,[2] wie es Reisende immer wieder als Merkwürdigkeit mitteilen, so reichlich Tran, also Fett trinken. Da das Klima dort keinen Landbau gestattet, und sie infolgedessen keine pflanzli-
10 chen Nahrungsmittel also kein Mehl, keinen Zucker etc. zur Verfügung haben, müssen sie ihren ganzen Bedarf an stickstofffreier Nahrung durch Verzehren von Fetten hier speziell Tran decken. In unseren Gegenden geniesst man beide Klassen von stickstofffreien Nahrungsmitteln,
15 Fette in Form von Fett oder Butter und Kohlenhydrate in Form von Brot, Kartoffeln und ähnlichem. Weiter nach dem Süden treten dann pflanzliche Fette in den Kreis der Nahrungsmittel wie das Olivenöl. Wie wir sehen, hat also der Mensch instinktiv sein Bedürfnis an
20 Fetten und Kohlenhydraten der Gegend, in welcher er lebt, anzupassen gewusst.

In unseren Breiten[3] wird ein sehr grosser Teil des Fettes in Form von Butter, die wir aus Milch gewinnen, genossen. Überlässt man Milch sich selbst,
25 so trennt sie sich bei längerem Stehen, indem die leichten Fettkügelchen allmählich nach oben steigen, in zwei Schichten, den Rahm und die entfettete oder abgerahmte Milch. Die einzelnen Fettkügelchen treten bei dem heftigen Schlagen, dem der Rahm her-
30 nach im Butterfass ausgesetzt wird, zu Butter zusammen,

wobei sie zugleich aus dem flüssigen in den festen Zustand übergehen.

Der bedeutende Preis solcher Butter liess lange schon an ihren Ersatz durch Kunstbutter denken. Die Aufgabe eine solche herzustellen, ist von Mège-Mouries anfangs der siebziger Jahre in Frankreich gelöst worden. 5

Zu ihrer Gewinnung dient Rindertalg. Dieser wird bei etwa 50° ausgeschmolzen, worauf die erhaltene ölige Flüssigkeit nach längerem Stehen von den Häuten, die sich inzwischen zu Boden gesetzt haben, abgezogen wird. Die jetzt ganz klare Flüssigkeit wird nach Zugabe von Salz etwa 24 Stunden bei circa 25° Celsius[1] stehen gelassen, wobei sie teilweise wieder erstarrt, und sodann in Pressen, die die gleiche Temperatur haben, ausgepresst. Der Pressrückstand, der zum grössten Teil aus dem härtesten Teil des Talgs dem stearinsaurem Glycerin[2] besteht, geht in die Stearinkerzenfabrikation, während das Abfliessende unter dem Namen Oleomargarin[3] als Speisefett[4] Verwendung findet. Die Fabrikation von Oleomargarin ist eigentlich nur noch in Amerika lohnend, wo die Massen geschlachteten Rindviehs, deren Fleisch als Dauerware[5] in den Handel kommt, das nötige Fett, das sonst kaum rationell verwendbar wäre, liefern. Es wird von dort in grössten Mengen nach Europa exportiert. Soll es hier in Kunstbutter verwandelt werden, so setzt man dem Oleomargarin, bis zu einem Drittel seines Gewichtes an Baumwollsamenöl und Sesamöl,[6] sowie etwa die Hälfte seines Gewichtes an Kuhmilch, und etwas Curcuma[7] zum 10 15 20 25 30

Gelbfärben zu. Das Pflanzenöl dient dazu, das in der Kälte an und für sich zu harte Oleomargarin auf Butterkonsistenz zu bringen. Die Milch findet für die guten Sorten als Vollmilch Verwendung, während zur Her-
5 stellung der billigen Qualitäten abgerahmte Milch benutzt wird.

Beim kräftigen Durcharbeiten, welches in besonderen zu diesem Zweck konstruierten Mischmaschinen erfolgt, sondert sich das so bereitete Gemisch allmählich in zwei
10 Teile, in die Kunstbutter oder Margarine und in eine wässrige Flüssigkeit.

Wie aus dem Mitgeteilten hervorgeht, ist an einer sauber hergestellten Kunstbutter als Nahrungsmittel nichts auszusetzen. Denn gereinigtes Baumwollsamenöl
15 ist dem Olivenöl so ähnlich, dass z. B. heute auch bei Herstellung der französischen Ölsardinen kein Olivenöl mehr, sondern nur noch Baumwollsamenöl benutzt wird.

Wir verlassen nunmehr die Fette und gehen zu den Kohlenhydraten über.

20 Sie haben ihren Gattungsnamen[1] nach dem Verhältnisse, in welchem die Elemente sie zusammensetzen, erhalten, und umfassen das Stärkemehl, den Zucker und ähnliche Stoffe, die wir weiterhin kennen lernen werden. Sie enthalten alle nur die drei Elemente Kohlenstoff,
25 Wasserstoff und Sauerstoff. Der Zucker, welcher in den Weintrauben sich findet, und der deshalb Traubenzucker genannt wird, hat folgende Formel: $C_6H_{12}O_6$.

Das Verhältnis in ihm zwischen den Atomen Wasserstoff und Sauerstoff ist darnach wie 2 zu 1, das ist das
30 gleiche Verhältnis wie im Wasser, dessen so bekannte

Formel ja H_2O ist. Indem man nun in älteren Zeiten annahm, dass in dieser Klasse von Verbindungen am Kohlenstoff sozusagen Wasser sässe, nannte man die Gruppe — denn in allen zu ihr gehörigen Körpern liegen die Verhältnisse ebenso, d. h. ist das Verhältnis 5 der Wasserstoffatome zu den Sauerstoffatomen wie 2 zu 1 — Kohlenhydrate.

Heute weiss man durch geradezu bewundernswerte Arbeiten Fischers, die erst in den letzten Jahren zum Abschluss gediehen sind,[1] dass das Verhältnis der Ana- 10 lysenzahlen nur durch reinen Zufall sich in der angegebenen Art deuten lässt, und so ist die Benennung Kohlenhydrate ganz und gar hinfällig,[2] sie wird aber als bequeme Allgemeinbezeichnung dieser Körperklasse beibehalten. 15

Die Stärke oder das Stärkemehl ist ein im Pflanzenreiche ganz allgemein verbreiteter Stoff. Sie ist das für die Ernährung des Menschen wichtigste Kohlenhydrat, weil wir sie mit allen Nahrungsmitteln, die dem Pflanzenreiche entstammen, geniessen. Die 20 chlorophyllhaltigen Körner der Blätter vermögen die Kohlensäure der Luft zu ihrem Aufbau zu benutzen, wie wir schon erwähnten. Daher finden wir die Stärke in allen grünen Blattteilen. Schliesslich sammelt sie sich während des Lebensprozesses der Pflanzen hauptsächlich 25 in denjenigen Organen der Pflanzen, die als Reservestoffbehälter[3] dienen. Wir treffen sie daher besonders reichlich in den Knollen und Wurzeln, in den Früchten und Samen an.

Wenn auch die chemische Formel für die Stärke 30

jeden Ursprungs gleich ist (sie ist $C_6H_{10}O_5$), so haben doch die Stärkekörnchen der verschiedenen Pflanzen, wenn man sie unter dem Mikroskop betrachtet, ein voneinander abweichendes Aussehen, sie sind, wie man sich ausdrückt, in ihrer Struktur verschieden.

Abgesehen davon, dass wir also die Stärke gemischt mit anderen Stoffen z. B. als Brot geniessen, gewinnt man sie für manche technischen Zwecke als solche und zwar bei uns namentlich aus Kartoffeln, aus Weizen, aus Reis und auch aus Mais.[1] Im grossen ganzen[2] vollzieht sich die Fabrikation so, dass man z. B. Kartoffeln zerreibt, und den Brei durch ein feines Sieb laufen lässt. Alle groben Bestandteile bleiben auf demselben, während das im Wasser aufgeschwemmte[3] Stärkemehl mit dem Wasser durch die Maschen hindurchgeht. Die auf diesem Wege erhaltene milchweisse Flüssigkeit lässt man in Bottichen stehen, in denen sich die Stärkekörner allmählich zu Boden setzen. Der Bodensatz[4] wird, nach dem Ablassen der überstehenden Flüssigkeit, möglichst entwässert, und schliesslich bei nicht zu hoher Temperatur getrocknet. Erwärmt man nämlich[5] feuchte Stärke auf etwa 50 bis 60°, so ändert sie sich vollständig. Sie verliert ihre Struktur gänzlich und geht in das über, was wir Kleister[6] nennen. So wie also Hühnereiweiss bei dieser Temperatur gerinnt, verändert sich auch feuchte Stärke bei dieser Temperatur völlig.

Je nach der Ursprungspflanze bezeichnet man sie als Kartoffelstärke, Weizenstärke etc. Ausländische Stärkemehle führen Fremdnamen wie Arrow - Root, welches aus den Wurzeln verschiedener tropischer Pflan-

zen gewonnen wird, und deshalb sind nicht alle Sorten, die unter diesem Namen im Handel sind, identisch.

Etwas anders verhält es sich mit der Sagostärke. Diese wird aus dem Mark einiger Palmen, ähnlich wie die Kartoffelstärke aus den Kartoffeln, gewonnen. Das fast trockene Material wird aber schliesslich durch ein Sieb auf warme Metallplatten fallen gelassen. Hierbei verkleistern[1] die durchgesiebten Partikeln äusserlich und kleben zu jenen rundlichen Körnern zusammen, die unter dem Namen Sago in den Handel kommen, und der angegebenen Behandlungsweise ihre Form verdanken.

Um zu zeigen, wieviel Stärkemehl in den Samen und Knollengewächsen, die uns hauptsächlich zur Nahrung dienen, enthalten ist, seien hier die entsprechenden Analysen angeführt. Bei den Getreidesamen ist die Zusammensetzung im gemahlenen Zustande angegeben, da wir doch nur ihr Mehl als Nahrungsmittel verwenden.

		Feinstes Weizenmehl.	Roggenmehl mittl. Zusammensetzg.[2]	Kartoffeln mittl. Zusammensetzg.	
	Wasser	14,86	15,06	75,48	Proz.
	Eiweissstoffe	8,91	11,52	1,95	„
	Fett	1,11	1,79	0,15	„
Kohlenhydrate	**Stärke**	**65,93**	**62,00**	**20,69**	„
Kohlenhydrate	Zucker	2,23	0,95	—	„
Kohlenhydrate	Gummi und Dextrin	6,03	4,86	—	„
	Cellulose	0,33	2,01	0,75	„
	Asche	0,55	1,71	0,98	„

Wie wir wissen, dient die Kleie, das sind die Hülsen der Körner nebst dem, was nach dem Mahlen des Getreides nicht durch die feinen Siebe als Mehl hindurch-

fällt, als Viehfutter, und wollen wir hier auch deren Analyse anreihen.

	Weizenkleie	Roggenkleie	
Wasser	13,2	12,5	Proz.
Eiweiss	14,1	14,5	„
Fett	3,7	3,4	„
Kohlenhydrate	56,0	59,0	„
Cellulose	7,2	6,0	„
Asche	5,8	4,6	„

Aus den Analysen geht hervor, dass die Kleie reicher an Eiweiss als das Mehl ist, und daher gelten kleienreiche Brote[1] mit Recht als sehr nahrhaft. Jedoch ist ihr Aussehen nicht besonders schön, und auch über ihren Geschmack lässt sich streiten. Gerade wegen ihres höheren Eiweissgehaltes werden sie allerdings Zuckerkranken[2] sehr empfohlen.

Die Cellulose, die, wie wir aus den mitgeteilten Analysen ersehen, sich in allen Mehlen findet, ist auch ein Kohlenhydrat von der Formel $C_6H_{10}O_5$ und muss deshalb als solches in den Analysen mit angegeben werden. Da sie aber als ganz unverdaulich bezeichnet werden muss, repräsentiert sie im Gegensatz zu den anderen Kohlenhydraten der Nahrungsmittel keinen Nährwert.

Wir gehen jetzt zu den Zuckern über. Wir sagen zu den Zuckern, weil in der Natur eine ganze Reihe von Zuckerarten vorkommen, wenn auch ihre Anzahl weit kleiner als die der Stärkemehle ist. Wir kennen alle vom täglichen Gebrauch her den Rohrzucker, und haben von sonstigen Zuckern bereits den Milchzucker und den Traubenzucker kennen gelernt.

Stärke und Zucker sind nun, vom chemischen Stand-

punkte aus betrachtet, einander sehr nahestehende Kohlenhydrate. Die Stärke geht mit grosser Leichtigkeit in Zucker und zwar speziell leicht in Traubenzucker über. Das nehmen wir im Leben häufig wahr. So schmecken unreife Früchte nicht süss, können aber, wie z. B. Erdbeeren, diesen Geschmack in wenigen Stunden annehmen. Der diese Umwandelung bewirkende Vorgang ist der, dass ein Teil der in der Erdbeere vorhandenen Stärke sich beim Reifwerden in Zucker verwandelt. Nicht nur das Reifen veranlasst diesen Übergang, sondern er kann beim Abkühlen von Früchten unter 0° eintreten. So schmecken bekanntlich Kartoffeln nach dem Erfrieren — wenn auch durchaus nicht schön — so doch süss. Auch hier ist die Ursache der Veränderung die gleiche.

Der Übergang von Stärke in Zucker lässt sich sogar in kürzester Zeit vor Ihren[1] Augen ausführen. Geben wir nämlich in Wasser, dem wir etwas Säure, z. B. Salzsäure zusetzen, Stärkemehl und kochen kurze Zeit, so ist schon ein Teil der Stärke in Zucker übergegangen.

Zwischen der Stärke und dem Traubenzucker gibt es noch Zwischenprodukte. Das bekannteste von ihnen ist das Dextrin, welches man erhalten kann, wenn man Stärke auf 170—200° erhitzt. Es dient oft als Ersatz für arabischen Gummi.[2]

Der Zucker, den man aus Stärke durch Kochen mit Säuren erhalten kann, wird auch fabrikmässig[3] dargestellt, und führt den Namen Stärkezucker oder auch Traubenzucker. Er ist kaum zum Festwerden oder wie man das nennt, zum Krystallisieren zu bringen, selbst

im Laboratorium macht dies sehr viele Mühe, und die Handelsware bleibt daher stets syrupförmig.[1] Dieser Syrup bildet einen passenden Ersatz für Honig, und so dient er auch viel zur Herstellung der Honig- oder 5 Pfefferkuchen. Eine Hauptrolle spielt er aber in der Bonbonfabrikation. Die Bonbons sollen ja gar nicht so hart, wie Rohrzucker ist, werden, und dafür ist er deshalb besonders geeignet.

Ausserdem dient er zur Herstellung der Zuckercouleur.[2] 10 Erhitzen wir ein wenig Traubenzucker in einem Glase, bis er dunkelbraun geworden, und giessen, nachdem das Glas wieder erkaltet ist, Wasser hinauf, so färbt es sich sofort gelbbräunlich, und hat sogleich die Farbe etwa von Cognac. Lassen wir das Wasser ein wenig länger 15 darauf stehen, so entspricht die Färbung bereits der des dunklen Bieres, die übrigens[3] nicht auf diesem Wege erzielt wird. Diese sogenannte Zuckercouleur eignet sich deswegen ausgezeichnet zum Färben von zur Ernährung oder zum Genuss bestimmten Waren, und sie wird so 20 viel dazu benutzt, weil sie völlig unschädlich ist.

Weit mehr als der Traubenzucker, den man als solchen im Leben wenig zu sehen bekommt, und den wir nur des Zusammenhanges halber, weil er so leicht aus der Stärke entsteht, zuerst besprachen, interessiert uns der Rohr- 25 zucker, der uns täglich mehrere Male durch die Hände geht, und als Versüssungsmittel aller Speisen dient. Vor seiner Einführung hatte man für diesen Zweck nur den Honig zur Verfügung. Ob uns die süssen Speisen, die bei den berühmten Gastmählern der alten Römer oder 30 selbst in den Nürnberger Patricierhäusern des frühen

Mittelalters gereicht wurden, mit ihrem Honiggeschmack zugesagt hätten, erscheint sehr fraglich.

Der Rohrzucker ist, wie sein Name andeutet, ursprünglich das Erzeugnis eines rohrartigen Gewächses, des Zuckerrohrs. Dieses kommt nur in südlichen Klimaten vor, und durch die Kreuzzüge lernten die Europäer den Zucker zuerst kennen. Zumeist venetianische Kaufherren brachten ihn damals aus dem Orient und vertrieben[1] ihn durch ganz Europa.

Man verstand aber jener Zeit nur den sehr süssen Saft der Pflanze, also einen Syrup, daraus zu gewinnen, und die Darstellung des festen Zuckers aus diesem gelang erst um 1400. Etwa noch ein Jahrhundert später lernte man ihn durch Raffination verfeinern, d. h. man löste das feste Produkt nochmals in Wasser, klärte die Lösung, und liess nach dem Einkochen den Zucker aus der jetzt ganz klaren Flüssigkeit wieder auskrystallisieren, wodurch er natürlich viel reiner ausfiel. Die Mutterlauge,[2] die hierbei übrig bleibt, welche noch viel Zucker gelöst enthält, der nicht mehr auskrystallisieren will, schmeckt ebenfalls angenehm süss. Sie wird natürlich noch heute beim Raffinieren des Rohzuckers aus Zuckerrohr erhalten, und wird unter dem Namen Syrup als billiger süssschmeckender Stoff verzehrt.

Nachdem der Zucker so eine bequem transportable, recht appetitlich aussehende Handelsware geworden war, nahm seine Fabrikation einen grossen Aufschwung,[3] und alle Länder, in denen das Klima dem Anbau des Zuckerrohrs günstig war, kultivierten dieses eifrig. So ward in Mittelamerika, speziell auf den Antillen,[4] wohin das

Zuckerrohr schon im Jahre 1506, also keine 15 Jahre nach der Entdeckung Amerikas gebracht worden war, im sechzehnten und siebzehnten Jahrhundert mit Hilfe von aus Afrika herübergeholten Sklaven so viel Zucker 5 hergestellt, dass dadurch sein Anbau in der übrigen Welt, selbst in dem klimatisch doch gewiss begünstigten Ostindien, zeitweise fast oder gänzlich zum Erliegen kam.[1] Nach Sizilien, dem nördlichsten europäischen Lande, in dem man sich ernstlich mit seiner Kultur be- 10 schäftigt hat, war es schon früh mit den siegreichen Arabern gelangt. Es ist aber seit dem Aufkommen jener amerikanischen Überproduktion dort wieder verschwunden. Gegenwärtig wird in Europa Zuckerrohr nur noch an einigen südspanischen Küstenplätzen an- 15 gebaut, die von den hohen Bergen der Sierra Nevada umklammert, niemals rauhen Winden dagegen der vollen Südsonne ausgesetzt sind.

Die Entdeckung des Berliner Chemikers Marggraf, der im Jahre 1747 bekannt gab, dass in der Runkelrübe[2] 20 sich derselbe Zucker wie im Zuckerrohr findet, sollte dann von der folgenschwersten[3] Bedeutung für die europäische Landwirtschaft werden, der[4] dadurch, dass man seitdem aus dieser überall in Europa vorkommenden Pflanze denselben Zucker wie aus dem fast tropi- 25 sches Klima verlangenden Zuckerrohr gewinnen kann, ein neues, lange Zeit sehr gewinnbringendes Anbauobjekt zugefallen ist.

Marggraf war sich der Tragweite[5] seiner Entdeckung sehr wohl bewusst. Achard, ein Verwandter von ihm, 30 versuchte alsbald die Zuckergewinnung im grossen auf

diesem Wege, jedoch ohne Erfolg, indem der billige Kolonialzucker eine lohnende europäische Fabrikation jener Zeit noch ausschloss. Durch die politischen Verhältnisse änderte sich jedoch hernach die Sachlage. Infolge der Kontinentalsperre[1] Napoleon des Ersten 5 ging der Preis aller sonst von den Engländern nach Europa gebrachten Erzeugnisse der Kolonien, die durch jenes Edikt in den Bann getan wurden, ausserordentlich in die Höhe, und speziell der Wert eines Pfundes Zucker stieg auf zwei Taler. Unter solchen Umstän- 10 den musste die Gewinnung des Rübenzuckers wieder lohnend werden und wurde eifrig aufgenommen.

Mit dem Aufhören der Kontinentalsperre kamen allerdings die meisten damaligen europäischen Rübenzuckerfabriken wieder zum Erliegen, aber man hatte doch so 15 viel Erfahrung in der Fabrikation gesammelt, dass es schliesslich gegenüber dem Kolonialzucker festen Fuss zu behalten gelang, zumal[2] dieser natürlich, als sehr passendes Finanzobjekt,[3] einen hohen Eingangszoll bei seiner Einführung in die europäischen Staaten zu zahlen hatte. 20

Die Fabrikation des Zuckers aus Rüben ist dann im Laufe der Jahre auf eine staunenerregende Höhe gelangt, indem sich Wissenschaft und Technik[4] auf diesem Gebiete so vollständig als möglich ergänzten. Folgende Zahlen zeigen das aufs deutlichste. Zur Gewinnung eines 25 Zentners Zucker brauchte man an Rüben:

im Jahre 1836 — 18 Zentner
" " 1842 — 16 "
" " 1857 — 12 "
" " 1871 — 11 " 30
" " 1894 — 7½ "

Marggraf hat den Gehalt der Rüben an Zucker seiner Zeit etwas über 6 Prozent gefunden. Durch passende Auswahl an Düngemitteln, die natürlich zumeist die von uns besprochenen künstlichen sind, hat man ihn im 5 grossen Durchschnitt auf 14 bis 16 Prozent und in einzelnen Fällen bis über 20 Prozent heraufgebracht.

Die Rüben werden zur Extraktion des Zuckers zu Schnitzeln zerschnitten, und diesen wird in der sogenannten Diffusionsbatterie[1] im Laufe weniger Stunden 10 ihr Zuckergehalt völlig entzogen. Der so erhaltene zuckerhaltige Saft muss nun eingedampft[2] werden. Dieses bietet grosse Schwierigkeiten, weil Zucker, wenn man ihn lange kocht, sich verändert, und die Eigenschaft später fest zu werden, also Krystallzucker zu 15 geben, verliert. Auch diese Schwierigkeit hat man längst überwinden gelernt, und namentlich das Einkochen wird in merkwürdiger Weise ausgeführt.

Da siedende Zuckerlösungen sich also verändern, aber der Saft doch eingedickt werden muss, damit der Zucker 20 nachher beim Erkalten auskrystallisiert, dampft man ihn nämlich statt in offenen Gefässen im sehr stark luftverdünnten Raume[3] ab, wodurch der Siedepunkt der Flüssigkeit sehr herabgesetzt wird.

Das Abdampfen[4] bei der durch die Luftverdünnung 25 im Apparate stark herabgesetzten Siedetemperatur der Flüssigkeit verträgt nun der Zuckersaft ohne jede Gefahr. Ist er genügend eingedickt, so scheidet er nach dem Erkalten Zucker in schwach gelbgefärbten Krystallen aus. Dieser führt den Namen Rohzucker, wird 30 durch Raffinieren gereinigt, und in Zuckerhutform[5] in

den Handel gebracht. Zu seiner vollständigen Entfärbung dient die uns schon bekannte Tierkohle.[1] Beim Auskrystallisieren des Zuckers hinterbleibt natürlich eine Mutterlauge, sie führt in der Rübenzuckerfabrikation den Namen Melasse.[2] Diese ist im Gegensatz zum Syrup aus Zuckerrohr für Menschen ungeniessbar, weil sie hässlich schmeckt. Eine lange Zeit ungelöste Frage war die Gewinnung des darin noch steckenden Zuckers. Auch diese Aufgabe ist mit Hilfe der Chemie seit etwa 18 Jahren gelöst, so dass auch diesem Fabrikationsrückstande jetzt sein gesamter Zucker entzogen werden kann. Grosse Mengen Melasse werden seit etwa 4 Jahren auch mit ausgezeichnetem Erfolge direkt als Viehfutter verwendet.

Im Anschluss an den Zucker wollen wir gleich noch den neuesten Süssstoff, das Saccharin,[3] erwähnen. Sein Name entstammt der lateinischen Bezeichnung für Zucker *saccharum*.

Abgesehen vom wirklichen Zucker kannte man schon seit langem einige Verbindungen, die ein wenig süsslich schmecken, wie das Glycocoll[4] u. a. Zufällig zeigt nun bisher besonders einer unter allen bekannt gewordenen Körpern die Eigenschaft ganz ausserordentlich süss, vielleicht 300 mal so süss zu sein als Zucker, dieser Körper ist das Saccharin. Es ist chemisch sehr kompliziert zusammengesetzt und als Benzoësäuresulfimid[5] zu bezeichnen.

Es hat durchaus keinen Nährwert, ganz abgesehen davon, dass es ja überhaupt nur in Spuren genossen wird. Dagegen kann es, ohne dass je schädliche Folgen be-

kannt geworden sind, ganz nach Art des Zuckers zum Versüssen der verschiedenartigsten Dinge dienen. Wir müssen in ihm also eine Art von Gewürz sehen, indem es wie diese, ohne den Nährwert zu erhöhen, zur Verbesserung des Geschmackes von Nahrungsmitteln dient. Den grössten Vorteil davon haben die Zuckerkranken, die sich mit seiner Hilfe jetzt den süssen Geschmack von Speisen vortäuschen[1] können, auf den sie bis zu seiner Erfindung ganz verzichten mussten.

Ausser Eiweiss, Fett, und Kohlenhydraten braucht unser Körper also noch Wasser und anorganische Salze für seine Existenz.

Von anorganischen Salzen geniessen wir direkt nur das Kochsalz, das wir absichtlich den meisten Speisen zusetzen, und dessen Genuss an und für sich auf den tierischen Körper günstig einzuwirken scheint. Sehen wir doch,[2] dass die Pflanzen fressenden Tiere, wenn sich ihnen Gelegenheit dazu bietet, gern und regelmässig an Salzsteinen lecken.

Was wir sonst von solchen Salzen brauchen, wie den phosphorsauren Kalk für die Knochen etc., das ist in den Nahrungsmitteln, wie aus den bereits angeführten Analysen hervorgeht, in genügender Menge enthalten. Das Gesamtquantum dieser anorganischen Salze ist dort immer als Asche aufgeführt.

VI. Der Wert des Kochens.

Nachdem wir nunmehr die einzelnen Klassen der für unsere Ernährung notwendigen Stoffe besprochen haben, kommen wir zum Werte des Kochens.

In der Beziehung verhalten sich tierische und vegetabilische Nährstoffe recht verschieden.

Bei den tierischen, namentlich bei reinem Fleisch, ist in Bezug auf den Nährwert die Zubereitung ziemlich gleichgültig. Gilt doch rohes geschabtes Beefsteak- 5 fleisch, wenn es durch Pfeffer und Salz geniessbar gemacht ist, für besonders nahrhaft, und ist diese Annahme nicht ungerechtfertigt. Rohes Fleisch von Fischen oder Vögeln vermögen wir allerdings nicht zu geniessen, jedoch auch dieses wird durch Kochen oder Braten in 10 seinem Nährwert nicht weiter verändert. Aber gerade beim Braten, bei dem das Fleisch mit geschmolzenem Fett und etwas Wasser erhizt wird, bilden sich angenehm riechende und den Geschmack anreizende Substanzen, welche als anregende Genussmittel[1] das Verzehren 15 erleichtern.

Von ganz anderer Wichtigkeit wie für Fleischspeisen ist aber das Kochen, Backen etc. für die dem Pflanzenreich entstammenden Nahrungsmittel. Abgesehen vom Obst sind die meisten zum rohen Verzehren viel zu 20 hart. Ihr organisiertes Gewebe, dem sie ihren Zusammenhalt verdanken, muss erst durch das Kochen gelockert werden, bevor wir sie geniessen können.

Bei den Getreidearten, die ja unsere wichtigsten pflanzlichen Nährstoffe sind, muss zuvörderst durch 25 Mahlvorrichtungen die feste Hülle entfernt werden, um das unter ihr liegende Mehl zu gewinnen. Diese feste Hülle bildet hernach den Hauptbestandteil der Kleie. Aber selbst das Mehl ist für den Menschen als Nahrungsmittel kaum tauglich, indem die von den Zellwan- 30

dungen umgebenen rohen Stärkekörner von seinen Verdauungssäften nur schwer angegriffen werden. Völlig verändert wird die Sachlage aber durch das Erhitzen des Mehles mit Wasser. In der Wärme, also beim
5 Kochen mehlhaltiger Speisen, platzen infolge der Ausdehnung der Körner die Zellwandungen der Stärkekörner und die freigelegte Stärke geht jezt in ihren kleisterartigen[1] Zustand über, in welchem sie leichtverdaulich ist.

Dem gleichen Zwecke dient auch das Backen des
10 Brotes, mit dem zugleich jene ausserordentliche Lockerung verbunden wird, welcher es seinen hohen Grad von Verdaulichkeit verdankt.

Rührt man Mehl mit Wasser an, so erhält man einen infolge seines Gehaltes an Kleber[2] sehr zähen Teig.
15 Kleber ist jener Eiweissstoff des Mehles benannt worden, welcher, wie schon der Name ausdrückt, seine Zähigkeit beim Anfeuchten bedingt.

Bäckt man einen solchen Teig ohne weiteres, so bekommt man eine harte Masse, von der Beschaffenheit
20 etwa der Schiffszwiebacke. Lässt man ihn aber einige Zeit stehen, so ändert er sich allmählich. Aus der Luft fallen erstens Hefezellen[3] hinein, die den Zucker des Mehles vergären, und ausserdem auch Milchsäurebacillen, die aus dem Zucker Milchsäure erzeugen.

25 Die Hefegärung, der auch alle geistigen Getränke ihre Entstehung verdanken, verläuft in der Weise, dass Zucker in kohlensaures Gas und Spiritus zerlegt wird. Für den Spiritus haben die Chemiker noch einen zweiten Namen, nämlich Alkohol.

30 $$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_6O + 2CO_2$$

Ein Molekül Zucker zerfällt also durch Gärung in zwei Moleküle Alkohol und zwei Moleküle kohlensaures Gas.

Die zähe Beschaffenheit des Brotteiges hindert nun das sich in ihm durch Gärung seines Zuckergehaltes entwickelnde kohlensaure Gas am Entweichen, und das Gas erfüllt daher den ganzen Teig mit Blasen. Kommt er schliesslich in den Backofen, so verdampft in der Wärme auch der Alkohol, der durch die Gärung darin entstand, und dieses trägt ebenfalls zur Lockerung des Brotes bei. Die Hitze sprengt ausserdem die Zellen der feuchten Stärkekörnchen, die zugleich zu verkleistern[1] beginnen.

An dem äusseren Umfange des Brotes wird aber, bis es die Beschaffenheit, welche wir als gar bezeichnen, angenommen hat, die Temperatur so hoch, dass die Stärke schon anfängt in Dextrin überzugehen. Nun haben wir ja schon besprochen, dass Dextrin eine klebende Beschaffenheit hat, und so kleben an der Oberfläche des Brotes die Stärkekörnchen und sonstigen Bestandteile zu jener harten Kruste zusammen, als welche wir sie zu sehen gewöhnt sind.

Infolge des Stehens an der Luft wird also Brotteig durch Milchsäure sauer. Da diese die am leichtesten wahrnehmbare Veränderung daran ist, heisst er in diesem Zustande Sauerteig.[2]

Es dauert natürlich ziemlich lange, bis genügend Hefezellen und Bacillen aus der Luft hineinfallen. Hat man aber erst einmal solchen Teig, und setzt man ihn einer anderen frisch bereiteten Portion zu, so erfolgt das durch Gärung zu bewirkende Aufgehen verhältnismässig

rasch, da die Hefezellen und Bacillen sich bekanntlich enorm schnell vermehren. Deshalb bewahrt man von solchem Teig immer wieder etwas auf, um ihn dem nächsten zuzusetzen.

5 Der Geschmack des Sauerteigs überträgt sich weiter auf das Brot, und bäckt man heutzutage mit ihm fast nur noch das Schwarzbrot, das ihm seinen säuerlichen Geschmack verdankt, während man für die Gärung oder, wie das Publikum sagt, für das Aufgehen des Weizen-10 brotes lieber reine Hefe als solche verwendet, also die Säuerung des Teiges durch Milchsäure vermeidet. Die Hefe hierzu lieferten ehemals die Bierbrauereien als Nebenprodukt, doch heute wird sie als Presshefe[1] in eigenen Fabriken hergestellt.

15 VII. Schiesspulver und andere Explosivstoffe.

Der Kalisalpeter bildet die Grundlage allen Schiesspulvers, das durch die rauchlosen Pulver erst seit dem Jahre 1886 anfängt teilweise verdrängt zu werden. Wir wollen nunmehr die Explosivstoffe näher kennen lernen.

20 Der Kalisalpeter, der auch salpetersaures Kali genannt werden kann, ist das Salz, welches durch Vereinigung von Salpetersäure mit der Base Kali entsteht. Lässt man nun Salpetersäure statt auf Kali oder ähnliche Basen auf Substanzen wie Cellulose einwirken, so 25 kommt auch hier zwischen derartigen Körpern eine Verbindung zustande, indem die in der Salpetersäure enthaltene Nitrogruppe[2] in die Cellulose eintritt. Die so gewonnene Nitrocellulose und ihr ähnliche Körper bilden, wie wir sehen werden, die Grundlage aller

neueren Sprengmittel und rauchlosen Pulver. Die Nitrogruppe ihrerseits besteht aus einem Atom Stickstoff und zwei Atomen Sauerstoff.

Die Verbindung des Stickstoffs mit Sauerstoff, die an Kali gebunden in Form von Salpeter schon im alten 5 Schiesspulver steckte, ist also in Form der "Nitrogruppe" auch der ausschlaggebende[1] Bestandteil aller modernen rauchlosen Pulver, und ist[2] hierfür, trotz unendlicher Mühe, bisher kein gleichwertiger oder besserer Ersatz zu finden gewesen, so dass diese Gruppe nach 10 wie vor, also von der Erfindung des Schiesspulvers an bis auf den heutigen Tag, das Gebiet der Explosionstechnik[3] unumschränkt beherrscht.

Da die Griechen und Römer des klassischen Altertums den Salpeter nicht kannten, kannten sie auch keine 15 pulverähnlichen Mischungen. Er scheint zuerst im fünften Jahrhundert aus dem fernen Osten, also aus Indien oder China, nach Byzanz,[4] der Hauptstadt des griechischen Kaisertums, gekommen zu sein.

Im Arsenal zu Byzanz hat man dann herausgefunden, 20 dass wenn man ihn verbrennlichen Körpern zusetzt, er sie in solchem Grade brennbar macht, dass das Feuer gar nicht mehr vor dem vollständigen Abbrennen der Mischung zu löschen ist. Diese seine Kraft beruht auf seinem sehr hohen Gehalte an Sauerstoff, welcher 25 47,5 Prozent beträgt, so dass also dieses, wie wir wissen, für alle Verbrennungen wichtigste Element durch ihn geradezu in fester Form in solche Gemische hineingebracht wird.

Auch fand man schon in Byzanz, dass die für das 30

Brennen geeignetste Mischung aus Salpeter, Kohle und Schwefel hergestellt wird. Ein derartiges Gemisch war das „griechische Feuer“; in dessen Besitz die Stadt sich lange Zeit aller ihrer Feinde erwehrte. Mit seiner Hilfe 5 verbrannten ihre Bewohner im siebenten Jahrhundert zahlreiche Schiffe der Flotten der Araber, so dass diese schliesslich von ihrer Eroberung Abstand nahmen.[1] Dagegen konnten die Bewohner des äussersten Westens Europas, die dieses Verteidigungsmittel nicht kannten, 10 den Arabern bekanntlich nicht widerstehen. Hier gingen dieselben 711 nach Spanien hinüber und wurden auf viele Jahrhunderte Herren fast des ganzen Landes, das sie in ein mohamedanisches Reich verwandelten. Und noch im 10. Jahrhundert schlug Byzanz wiederum 15 mit Hilfe des griechischen Feuers die so bedrohlichen Angriffe der Bulgaren ab.

So ist das griechische Feuer seit seiner Erfindung von ausschlaggebendem Einfluss auf die Gestaltung der Weltgeschichte gewesen, und dieser Einfluss ist ihm in 20 seiner weiteren Ausbildung, die wir Schiesspulver nennen, im Laufe der Zeit in immer stärkerem Masse zugefallen.

Eine sehr merkwürdige Tatsache ist, dass die Bewahrung der geheimnisvollen Zusammensetzung des 25 griechischen Feuers, nach dessen Aufklärung doch sicher alle je damit in Berührung kommenden Feinde strebten, den Byzantinern etwa 500 bis 600 Jahre lang möglich war.

Die ältesten schriftlichen Mitteilungen über die Zu- 30 sammensetzung des griechischen Feuers finden wir erst

bei dem byzantinischen Schriftsteller Marcus Graecus, der um 1200 gelebt und ein Buch, von dem eine lateinische Übersetzung auf uns gekommen ist, verfasst hat, deren Titel lautet: „*liber ignium ad comburendos hostes*" oder deutsch: „Buch von den Feuern, mit denen man 5 Feinde verbrennen kann."

Auch in diesem Buche ist vom griechischen Feuer immer nur als von einer stark brennenden Mischung die Rede, obgleich Mischungen, die er empfiehlt, merkwürdiger Weise schon dem ehemaligen preussischen 10 Militärpulver recht nahe stehen.

Satz[1] für griechisches Feuer nach Marcus Graecus			Militärpulver		
11	Prozent	Schwefel	10	Prozent	Schwefel
22	„	Kohle	16	„	Kohle
67	„	Salpeter	74	„	Salpeter.

Wann und wo man zuerst jene geheimnisvolle fort- 15 schleudernde Kraft an diesem Gemisch entdeckt hat, die wir als Explosionskraft bezeichnen, und der keine sonstige Kraftentwickelung, abgesehen von den Naturkräften selbst, an die Seite gestellt[2] werden kann, wird immer unbekannt bleiben. Nachdem sie aber einmal 20 entdeckt war, was jedenfalls erst nach den Zeiten des Marcus Graecus gewesen ist, hat man ihre passende Ausnutzung für Zwecke des Krieges bald herausgefunden. Zu Florenz goss man 1326 die ersten metallenen Kanonen, die man mit eisernen Kugeln lud. Bei Schil- 25 derungen von Schlachten und Belagerungen finden wir bald darnach die Anzahl der zur Verwendung gekommenen Geschütze aufgezählt. Weit langsamer ging es

mit deren Verkleinerung zu Handfeuerwaffen. Um 1500 herum standen die Schützen noch 37 Glieder tief. Das erneute Laden der Waffe erforderte nämlich[1] so viel Zeit, dass der nach Abgabe seines Schusses nach rückwärts laufende Schütze erst nach 36 Schüssen anderer wiederum mit dem Laden fertig war. Erst zur Zeit Friedrichs des Grossen waren die Flinten so weit ausgebildet, dass seitdem die Entscheidung der Schlachten zumeist durch das Gewehrfeuer der Infanterie herbeigeführt wird.

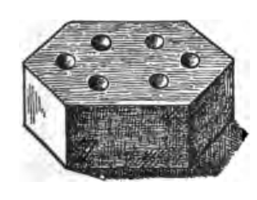
Hatte der Weg der Pfeile im menschlichen Körper sich leicht verfolgen lassen, so war das bei den Kugeln durchaus nicht der Fall; deren Ausschneidung erforderte ganz andere anatomische Kenntnisse. Mit dem Aufkommen der Feuerwaffen begannen daher die Chirurgen sich erst ernstlich mit der bis dahin ganz vernachlässigten Anatomie des menschlichen Körpers zu befassen. Also auch auf medizinischem Gebiete hat das Schiesspulver eine vollständige Reform herbeigeführt, indem es endlich zur ernstlichen Beschäftigung mit der Grundlage alles medizinischen Wissens, zur Pflege der Anatomie, zwang.

Die Verwendung des Pulvers als Sprengmittel für die friedlichen Zwecke des Bergbaus kam viel später als die für Kriegszwecke, nämlich erst um das Jahr 1690 auf. Hammer und Meissel einerseits und andrerseits das Feuersetzen[2] waren bis dahin die allein dem Menschen beim Arbeiten im harten Gestein zur Verfügung stehenden Mittel. Mittelst des Feuersetzens erhitzte man gar zu hartes Gestein, begoss es alsdann mit Wasser, und

machte es auf die Art mürbe, und der Bearbeitung mit Hammer und Meissel leichter zugänglich.

Man hat natürlich im Laufe der Zeit sehr viel an der Verbesserung des Pulvers gearbeitet, aber wie die oben mitgeteilten Zusammensetzungen zeigen, waren die Erfolge der Jahrhunderte keine übermässigen. 5

In der rein technischen Seite waren die Fortschritte namentlich des letzten Jahrhunderts allerdings sehr gross. Die Mischung derartigen Pulvers, das noch immer in grösster Menge dargestellt wird, ist von einer 10 nicht mehr zu übertreffenden[1] Vollkommenheit, ebenso hat man hinsichtlich der Grösse der Körner längst die passendsten Masse herausgefunden. Für grosse Geschütze z. B. wird es in sechseckige prismenförmige Stücke, die nebenstehend 15 in halber Grösse abgebildet sind, gepresst. Dieselben haben Durchbohrungen, die ein gleichzeitiges



Verbrennen des Korns von innen und aussen ermöglichen. 20 Trotzdem geht es viel weniger rasch vor sich, als wenn feingekörntes Pulver abbrennt. Hierdurch erreicht man, dass sich die Kraft der Explosion im Rohr etwas langsamer geltend macht,[2] und bei der grossen Länge der neueren Riesengeschütze kommt sie dadurch 25 günstiger zur Wirkung.

Als Beispiel für die Leistungsfähigkeit des geformten Pulvers sei folgendes angeführt. Ein von Krupp auf der Weltausstellung in Chicago aufgestelltes Geschütz, das mit 115 Kilo von diesem Pulver geladen war, schleuderte 30

sein Geschoss im Gewichte von 215 Kilo 20226 Meter weit. Es gebrauchte zum Durchfliegen dieser Strecke 70 Sekunden, und erreichte auf dem Wege eine Scheitelhöhe[1] von 6540 Meter, während der Chimborasso[2] nur 5 6421 Meter hoch ist. Sechs ähnliche Geschütze wurden zum Schutze des Nordostseekanals[3] an der Elbmündung aufgestellt.

Den Fortschritten der Chemie in unserem Jahrhundert blieb es dann vorbehalten auch hinsichtlich des 10 Pulvers eine vollständige Umwälzung herbeizuführen. Man kannte schon lange in den Laboratorien heftig explodierende Körper, die sich aber wegen ihrer ausserordentlichen Heftigkeit nicht für Waffen eignen, weil sie, bevor sie die Kugel im Rohr in Bewegung setzen, 15 womöglich schon das Rohr selbst sprengen.

Nur eine Verbindung fand als Hilfsmittel Eingang in die Waffentechnik,[4] das ist das Knallquecksilber,[5] welches schon auf einen leichten Schlag explodiert. Es diente und dient in Form von Zündhütchen und in den Patro- 20 nen zur Entzündung des Pulvers in der Waffe, was bis dahin sehr viel weniger sicher und zuverlässig, ursprünglich durch Zünder,[6] viel später erst durch das bequemere Steinschloss bewirkt worden war. Bei letzterem lieferte ein auf einen Feuerstein schlagendes Stahlstück den 25 nötigen Funken.

Wenn Schiesspulver zur Explosion kommt, entwickelt sich sehr viel Rauch. Er rührt von dem darin enthaltenen Kalium des Salpeters her. Dies ist ein Metall, also ein durchaus beständiger[7] Körper, der während der 30 Explosion zumeist in schwefelsaures Kali und ähnliche

Verbindungen übergeht. Diese Substanzen sind natürlich auch ihrerseits sehr beständige feste Körper und werden durch die Explosion in feinster Verteilung umhergeschleudert, bleiben daher lange in der Luft schweben, und bilden so den schweren Pulverdampf. 5

Ganz anders nun, wenn wir etwas Schiessbaumwolle[1] anzünden, zu der wir jetzt übergehen. Sie verbrennt momentan und ohne jede Spur von Rauch.

Und worauf beruht nun dieser gewaltige Unterschied zwischen dem alten und dem neuen Explosivstoff? Reine 10 Baumwolle ist Cellulose und besteht aus sechs Atomen Kohlenstoff, zehn Atomen Wasserstoff und fünf Atomen Sauerstoff, hat also die Formel $C_6 H_{10} O_5$ und ist daher ein Kohlenhydrat. Behandelt man sie mit Salpetersäure, deren Wirkung man für diese Zwecke noch durch 15 Schwefelsäure verstärkt, wendet man „Nitrosäure,“[2] wie dies Gemisch in der Technik[3] genannt wird, an, so treten, wie schon eingangs erwähnt, Nitrogruppen in das Cellulosemolekül ein, bildet sich Schiessbaumwolle. Während das alte Pulver ein möglichst gut hergerich- 20 tetes Gemisch von Substanzen ist, ist hier das Sprengmittel eine chemische Verbindung an sich. Das alte Pulver brennt ab; bei dem neuen tritt, wenn es zur Explosion gebracht wird, momentaner Zerfall des Moleküls ein. Während ein Kilogramm Pulver zu seiner 25 Verbrennung etwa eine hundertstel Sekunde braucht, zersetzt sich ein Kilogramm Schiessbaumwolle in circa[4] einer fünfzigtausendstel Sekunde.

Bei der Verbrennung der Schiessbaumwolle bildet sich aus dem Kohlenstoff Kohlensäure, aus dem Wasser- 30

stoff Wasser, wozu der Sauerstoff teils schon in der Baumwolle vorhanden ist, in genügender Menge aber erst von den Nitrogruppen—es gehen mehrere Nitrogruppen in ein Molekül Cellulose — geliefert wird. Der Stickstoff der Nitrogruppen entweicht als solcher. Wir sehen, die Explosion liefert nur Gase, nämlich Kohlensäure, Stickstoff und Wasser in Gasform. Denn bei der hohen Temperatur, bei der sie sich vollzieht, ist auch das Wasser in Gasform vorhanden. Da diese drei Gase farblos sind, kann man sie natürlich nicht wahrnehmen. Daher verbrennt die Schiessbaumwolle rauchlos, verschwindet durch die Explosion scheinbar völlig.

Sie ist das zuerst entdeckte wirklich brauchbare neuere Sprengmittel gewesen. Viele Staaten stellten sie schon kurz nach ihrer Erfindung, die in das Ende der vierziger Jahre fällt, in grossen Mengen dar. Häufig explodierten aber die aufgespeicherten Vorräte scheinbar ohne jede äussere Ursache und richteten dabei grosse Verheerungen an. So verlor sich für längere Zeit das Vertrauen dazu, bis man nach vielleicht dreissigjähriger Arbeit sich so klar über die Bedingungen zur Herstellung einer haltbaren Schiessbaumwolle geworden war,[1] dass sie heute ganz gefahrlos gehandhabt werden kann.

Man fand schliesslich heraus, dass nasse Schiessbaumwolle ebenso geeignet, ja sogar noch geeigneter als ganz trockene für Explosionen ist. Mit feuchten unter ungeheurem Druck zusammengepressten Schiessbaumwollballen werden daher jetzt die Torpedos gefüllt, deren zerstörender Kraft ja selbst die bestgeschützten Schiffe nicht widerstehen, wenn sie von ihnen getroffen werden.

Dabei ist das Hineinbringen des Explosivstoffes in die Torpedos ganz ungefährlich, denn nasse Schiessbaumwolle lässt sich mit einer gewöhnlichen Flamme überhaupt nicht anzünden. Sie explodiert erst auf Initialzündung[1] und dies ist der Kern dieser wichtigen Entdeckung.

Initialzündung bedeutet, dass sie erst explodiert, wenn sie einen im physikalischen Sinne ungeheuer raschen Stoss[2] erhält. Solch ein Stoss entsteht z. B. beim Explodieren von Knallquecksilber. Befindet sich also an einem mit nasser Schiessbaumwolle gefüllten Torpedo ein Zünder[3] aus diesem Material und kommt zur Explosion, so wirkt seine Stosswelle so, dass die im Molekül der Schiessbaumwolle in bestimmter Ordnung gegeneinander gelagerten Atome aus ihrer Lage gebracht werden, womit dann der Zerfall der Moleküle und damit die Explosion, ganz gleich ob[4] die Schiessbaumwolle nass oder trocken war, eintritt.

Lange bevor man damit bis zu dieser nicht mehr zu übertreffenden Sicherheit der Handhabung gelangt, war schon ein anderes modernes Sprengmittel für die friedlichen Zwecke des Bergbaues etc. in Aufnahme gekommen, dessen Name ebenfalls heute die Welt erfüllt, das ist das Dynamit.

Bringt man Glycerin mit der oben erwähnten Nitrosäure zusammen, so nimmt es drei Nitrogruppen auf, wird also sehr reich an diesem für die Explosionswirkung massgebenden Bestandteil. Das erhaltene Produkt, das Nitroglycerin, ist, wie sein Ausgangsmaterial,[5] eine Flüssigkeit und in dieser Form für Sprengzwecke wenig geeignet. Deshalb mischte man ihm so viel sehr feinen

Sand, sogenanntes Kieselgur,[1] zu, dass das Gemisch schliesslich eine feste Masse repräsentiert. In dieser Form hat es hernach unter dem Namen Dynamit seine Sprengwirkungen geübt, und die Verbindung Deutsch-
5 lands mit Italien durch den Gotthardtunnel[2] und unzählige andere Werke des Friedens ermöglicht.

Die Ballistik[3] hatte inzwischen auf rein rechnerischem[4] Wege gezeigt, dass, bei Verkleinerung des Geschossdurchmessers im Gewehr, sich weit grössere
10 Wirkungen, als bis dahin erreicht waren, mit Handfeuerwaffen würden erzielen lassen, wenn man den Geschossen nur einen stärkeren Antrieb,[5] als ihn das alte Pulver ermöglicht, würde geben können.

Damit begann denn die Suche nach neuen kräftigeren
15 Pulvern für Gewehre, für die der Weg in den Nitroverbindungen gegeben war, die, wie uns jetzt verständlich ist, ausserdem rauchlos ausfallen mussten.

Diesem Bedürfnis verdankte der vor einigen Jahren so viel genannte Melinit[6] der Franzosen seinen Ur-
20 sprung. Er wurde auf dem Wege erhalten, dass man auf die als Desinfektionsmittel so bekannte Karbolsäure, Nitrosäure einwirken liess. Aus der Karbolsäure entsteht dabei, indem auch hier drei Nitrogruppen eintreten, eine Verbindung, die den Namen Pikrinsäure[7]
25 führt, welche ganz besonders darin der Schiessbaumwolle ähnelt, dass auch sie im nassen Zustande auf Initialzündung explodiert. Genaueres über die Zumischungen zu diesem als Staatsgeheimnis fabrizierten Pulver ist nicht bekannt geworden, es soll sich aber
30 schliesslich nicht bewährt haben. Es erhielt seinen

Namen davon, dass Pikrinsäure in dem geschmolzenen Zustande, in dem sie zur Fabrikation Verwendung findet, ähnlich wie Honig, der lateinisch *mel* heisst, aussieht.

Es scheint jetzt, dass die Schiessbaumwolle über die Pikrinsäure wie über alle anderen Konkurrenten für die 5 Zwecke der modernen rauchlosen Pulverbereitung den Sieg davongetragen hat. Wenigstens scheint sie bei allen diesen Pulvern ein Bestandteil zu sein, wenn das sich auch bei dem Geheimnis, mit dem die einzelnen Staaten ihre Fabrikation umgeben, nicht absolut sicher 10 sagen lässt.

Was die Schiessbaumwolle so ganz besonders verwendbar macht, ist ihre Eigenschaft, mit manchen Lösungsmitteln eine für die Zwecke der Pulverfabrikation geeignete Lösung zu geben. So ist das uns allen 15 so wohl bekannte Kollodium[1] eine Auflösung von Schiessbaumwolle in einem Gemisch aus Äther und Alkohol. Verdunstet das Lösungsmittel, so hinterbleibt sie als ein Häutchen, das man von beliebiger Dicke erhalten kann, und zerschneidet man dieses zu kleinen 20 Stücken, so hat man schon ein rauchloses Pulver. Ganz so einfach, wie wir es hier dargestellt haben, liegt die Sache in der Praxis nun nicht, aber immerhin ähnlich.

Da Schiessbaumwolle an sich ein für Gewehre zu starkes Pulver geben würde, so fügt man zu ihrer Lö- 25 sung indifferente Substanzen — eine zeitlang wurde z. B. Kampfer benutzt — hinzu, und der nach dem Verdunsten dieser Mischung bleibende Rückstand ist dann, so zu sagen, durch Kampfer verdünnte Schiessbaumwolle. Er findet nun als rauchloses Pulver Verwendung. 30

Man sieht, dass man auf diesem einen Wege schon Pulver von beliebiger Stärke, resp.[1] für die verschiedensten Zwecke herstellen kann.

Das allerstärkste Sprengmittel, welches ebenfalls als
5 solches nicht mehr für Gewehre brauchbar, wohl aber für den Bergbau geeignet ist, wird jedoch in der Art erhalten, dass man Schiessbaumwolle mit Nitroglycerin übergiesst. Zwar löst sie sich in letzterem nicht, sondern quillt nur auf, und das ganze bildet eine gelatine-
10 artige Masse. Dies ist dann aber die sogenannte Sprenggelatine,[2] das gewaltigste Sprengmittel, das wir zur Verfügung haben, dessen Kraft in ihren Grenzen durch Verwendung von viel oder wenig Schiessbaumwolle abgetönt[3] werden kann, und welches, wie wir uns
15 nach dem Vorausgegangenen sagen müssen, wohl nicht mehr zu übertreffen ist. Denn hier wird ja nicht, wie ehemals beim Dynamit, die Kraft des Nitroglycerins durch Zugaben, wie Sand, herabgesetzt, sondern umgekehrt noch durch Schiessbaumwolle verstärkt.

20 Es sind natürlich auch ungezählte Versuche in ganz anderen Richtungen unternommen worden, um zu passenden Pulvern oder Sprengmitteln zu kommen. Soviel steht aber wohl fest, dass, wie schon eingangs erwähnt, nur die Nitrogruppe für die Praxis brauchbare Resultate
25 gibt, namentlich hinsichtlich dessen, dass die Fabrikation der Mittel nicht allzu gefährlich wird.

VIII. Tinte und Papier.

Die altbewährte[4] schwarze Tinte ist eine im Wasser suspendierte Verbindung von gallusgerbsaurem Eisen.[5]

Sie wurde so erhalten, dass man zu einem wässerigen Auszuge von Galläpfeln eine Lösung von Eisenvitriol goss. Um den tiefschwarzen Niederschlag besser suspendiert zu erhalten, und um die Tinte konsistenter zu bekommen, setzt man derselben von jeher[1] etwas Gummi- 5 lösung zu. Heute erzielt man ein schöner aussehendes Schwarz dadurch, dass man mit den Galläpfeln zugleich ein wenig Blauholz[2] extrahiert, und nun erst die Eisenvitriol- und die Gummilösung zufügt.

Mit Hilfe der wasserlöslichen Anilinfarben[3] ist aber 10 jetzt auch die Tintenbereitung sehr viel bequemer geworden. Für schwarze Tinte löst man das sogenannte Anilinschwarz oder auch Indulinschwarz in Wasser. Rote Tinte erhält man durch Lösen von Fuchsin; von noch schönerer Farbe liefert sie das Eosin (*Eos* die 15 Morgenröte). Die so beliebte violette Tinte erhält man durch Auflösen von einem Teil Anilinviolett in 300 Teilen Wasser, Zusatz von etwas Gummilösung etc.

Die Kopiertinten unterscheiden sich von den gewöhnlichen Tinten nur dadurch, dass man ihnen reichlicher 20 Gummi und auch Zucker zusetzt; dadurch bleibt beim Schreiben so viel davon am Papier haften, dass in der Kopierpresse ein lesbarer Abdruck der Schrift hergestellt werden kann.

Wir wollen auch nicht die sogenannten sympathe- 25 tischen Tinten mit Stillschweigen übergehen, die allerdings mehr in Romanen als phantasieanregendes Mittel als in der Wirklichkeit eine Rolle spielen.

Schreibt man z. B. mit einer Lösung von Blutlaugensalz[4] auf Papier, so ist, weil diese nur ganz schwach gelb 30

gefärbt ist, nach dem Trockenwerden nichts davon zu bemerken. Überfährt der Eingeweihte[1] aber hernach den Bogen mit einem Pinsel, den er in verdünnte Eisenchloridlösung getaucht hat, so tritt die Schrift blau her-
5 vor, indem sich jetzt aus den beiden Ingredienzien Berlinerblau[2] bildet. Auf diesem Wege kann man bei passender Auswahl der Flüssigkeiten, die beide an sich nicht oder kaum gefärbt sein dürfen, aber miteinander dunkle Niederschläge erzeugen, die Schrift in fast be-
10 liebigen Farben erscheinen lassen.

Die wahre sympathetische Tinte soll aber etwas noch Geheimnisvolleres haben. Während hier die Schrift, nachdem sie einmal entwickelt ist, dauernd bestehen bleibt, soll sie dort wieder verschwinden, sobald der
15 Empfänger des Schriftstückes es gelesen hat.

Diese Tinte besteht gewöhnlich aus einer Lösung von Kobaltchlorür[3] oder von Kupferchlorid. Eine Lösung des ersteren ist kaum gefärbt und damit hergestellte Schrift ist auf der weissen Unterlage nicht mehr wahr-
20 zunehmen. Erwärmt man aber das beschriebene Papier, so gibt die Verbindung Wasser, welches sie bis dahin chemisch festgehalten hat, ab, und geht in das stark blau gefärbte wasserfreie[4] Kobaltchlorür über, so dass jetzt die Schriftzüge leicht lesbar sind. Nach dem Ab-
25 kühlen verschwinden sie allmählich, indem das Salz aus der Feuchtigkeit der Luft von neuem so viel Wasser anzieht, dass wieder die farblose wasserhaltige[5] Verbindung entsteht.

Schreibt man mit einer Kupferchloridlösung, die nur
30 sehr schwach bläulich gefärbt ist, und erwärmt hernach

das Papier, so treten die Schriftzeichen mit gelbbrauner Farbe hervor, um, aus dem eben kennen gelernten Grunde, indem also das gelbbraune wasserfreie Kupferchlorid durch Wasseraufnahme wieder in das fast farblose Salz übergeht, auch hier beim Abkühlen wieder zu verschwinden. 5

Einer unauslöschlichen Tinte werden wir bei der Besprechung der Photographie begegnen.

Wir gehen nunmehr zum Papier über.

Nachdem in den ältesten Zeiten nur auf von der 10 Natur gegebenen Gegenständen, wie Steinen, Hölzern, Häuten geschrieben worden war, erfanden die Ägypter sehr früh schon die Herstellung des Papiers aus der Papyrusstaude.[1] Die Stengel dieser Pflanze wurden in möglichst dünne und breite Blättchen geschnitten, die 15 man nebeneinander legte. Eine zweite Lage wurde quer zur ersten hinübergelegt und das Ganze kam unter eine Presse, unter der es zu einem Blatt zusammentrocknete. Dieses wurde sodann möglichst glatt gerieben, und diente hierauf zum Schreiben. Ausser 20 diesem Schreibmaterial hatten das Altertum und das frühe Mittelalter noch das Pergament zur Verfügung, bis, im achten Jahrhundert, schon das hergestellt wurde, was wir heute als Papier bezeichnen.

Unser jetziges Papier besteht aus einer dünnen 25 Schicht von stark verfilzten Fasern, welche dem Pflanzenreich entstammen, während die des Tierreiches sich für die Papierfabrikation nicht eignen, weil sie ein zu weiches an Tuch erinnerndes Produkt liefern.

Um Papier genügend billig herstellen zu können, hat 30

man von jeher das geeignete Fasermaterial nicht direkt, wie es die Pflanzen liefern, zu seiner Fabrikation gebraucht, sondern die von den Pflanzen gelieferten Fasern, nachdem sie als Leinen- und Baumwollzeuge in-
5 folge der Abnutzung unbrauchbar geworden waren, als Lumpen verwendet.

Alle pflanzlichen Fasern bestehen aus Cellulose, welche kurze Fäserchen bildet, nebst den diese Fäserchen zusammenklebenden — wie man sich ausdrückt sie
10 inkrustierenden[1] — Substanzen.

Ursprünglich war die Papierfabrikation folgende. Man liess nasse Lumpen zwei bis drei Tage faulen, worauf sich die die Cellulose inkrustierenden Substanzen so weit gelöst hatten, dass, wenn die so behandelten
15 Lumpen nunmehr unter Zugabe von vielem Wasser gestampft wurden, die Fäserchen der Cellulose als solche hervortraten. Hierauf wurde der so erhaltene Brei[2] auf ein feines Sieb geschöpft, das der Arbeiter gleichzeitig hin und her schüttelte. Durch die Löcher desselben
20 lief der grösste Teil des Wassers ab, und es hinterblieb darauf, indem sich die einzelnen Fäserchen der Cellulose ineinander geschoben hatten, eine dünne verfilzte Schicht. Diese brachte ein zweiter Arbeiter sogleich auf ein dickes Tuch und deckte sie auch mit einem
25 solchen zu. Hatte er eine passende Anzahl davon aufgestapelt, so kam das Ganze unter eine Presse, um möglichst viel Wasser zu entfernen. Zugleich wurde dadurch die Festigkeit der einzelnen Papierbogen erhöht. Hernach wurden sie aus den Tüchern wieder heraus-
30 genommen und völlig getrocknet.

So erhaltenes Papier hat eine schwammige Beschaffenheit nach Art des Löschpapiers. Es kann wohl als Druck- und Packpapier dienen, aber man kann darauf nicht schreiben, weil die Fäserchen die Tinte aufsaugen und verteilen, wodurch ein Verlaufen der Schrift ein- 5 tritt. Auch ist solches Papier trotz des Pressens sehr wenig haltbar.

Um ihm eine grössere Festigkeit zu erteilen und seine Kapillarität, also sein Aufsaugevermögen, aufzuheben,[1] wird es deshalb geleimt,[2] wie der Ausdruck lautet, der 10 den Vorgang nicht ganz richtig bezeichnet; denn Leim einfach dem so wasserreichen Papierbrei zugesetzt, müsste ja im Wasser gelöst bleiben, und mit diesem durch das Sieb laufen, und nur ein unbedeutender Rest davon könnte im schliesslichen Papier zur Wirkung kommen. 15

Setzt man ausser Leim dem Papierbrei aber noch Alaun zu, so ändert sich das. Wir haben schon sowohl in der Gerberei[3] wie in der Färberei die Verwandtschaft[4] der im Alaun enthaltenen Tonerde[5] zur Faser kennen gelernt. Hier macht sich nun wieder das 20 gleiche Verhältnis geltend. Die Faser hält Tonerde fest, und diese ihrerseits bindet den Leim.

Kommt also der Papierbrei, nachdem diese beiden Substanzen ihm zugesetzt sind, auf das Sieb, so läuft das Wasser nach wie vor ab, aber in den Fäserchen steckt 25 der durch die Tonerde festgehaltene Leim, und trocknet man solches Papier, so verkleben diese miteinander. Jetzt kann man darauf auch schreiben, indem die Fasern ihre Kapillarität verloren haben. Die darin steckende

wasserunlösliche Leimung macht es nun auch gegen das Nasswerden unempfindlicher.

Die Oberfläche des mit der Hand auf dem Siebe hergestellten Produktes kann nie sehr eben sein, und so
5 muss alles Handpapier, um schön auszusehen, nachträglich geglättet werden. Zu dem Zweck presst man es entweder feucht zwischen glatten Flächen, oder man satiniert[1] es, wie der Ausdruck dafür lautet, indem man es zwischen zwei aufs beste polierte Walzen hindurch-
10 gehen lässt, deren tadellos glatte Oberfläche sich dabei auf das Papier überträgt.

Allmählich ist es gelungen, die Handarbeit völlig durch Maschinen zu ersetzen. Während früher der einzelne Bogen nur so gross sein konnte als das grösste
15 Sieb, mit dem ein Arbeiter noch hantieren kann, liefern diese Maschinen das Papier von bedeutender Breite, und hinsichtlich der Länge ist man bei ihnen überhaupt nicht beschränkt.

Um die Lumpen in Papierbrei zu verwandeln, stampft
20 man sie heute nicht mehr nach kurzem Faulen, sondern, nachdem man die die Cellulose inkrustierenden Substanzen durch Kochen mit einem starken Alkali, als welches Natronlauge[2] dient, möglichst gelöst hat, kommen sie in einen länglichen Trog, in dem sich eine mit
25 Messern besetzte Walze dreht. Im Boden des Troges sind in passender Stellung zu diesen Messern, ebenfalls solche eingelassen. Man bezeichnet einen derartigen Apparat als Holländer,[3] und indem darin die Walze durch mechanische Kraft gedreht wird, werden die ge-

kochten Lumpen allmählich völlig zerkleinert und mit dem Wasser zu einem Brei vermahlen.

Dieser wird alsdann mit Chlorkalk gebleicht und durch Antichlor[1] jede schädigende Wirkung des Bleichmittels aufgehoben. Hierauf wird damit die Leimung 5 vorgenommen. Aber für die Herstellung des Maschinenpapiers kommt eigentlicher Leim gar nicht mehr zur Verwendung. Man löst vielmehr geeignete Harze, wie Kolophonium,[2] durch Kochen mit Natronlauge in Wasser als harzsaures Natron,[3] und setzt die Lösung sowie den 10 Alaun dem Brei zu. Die Tonerde des Alauns wird auch hier von der Cellulose festgehalten. Sie bindet wiederum die Harzbestandteile, die die Fasern im Papier zusammenkleben und es für Schreibzwecke brauchbar machen. 15

Der nunmehr für die Papierbildung völlig fertiggestellte Brei läuft, da durch reichlichen Wasserzusatz für die notwendige Dünnflüssigkeit[4] gesorgt ist, auf ein sogenanntes endloses Sieb, welches Walzen fortdauernd in Bewegung halten. Seine gleichzeitig schüttelnde Be- 20 wegung sorgt für die Verfilzung der Fäserchen. Etwaige in das Sieb eingewebte Zeichnungen kommen hernach als Wasserzeichen[5] im fertigen Papier zum Vorschein. Der Papierbrei, der auf dem Sieb den grössten Teil seines Wassers bereits hat ablaufen lassen, wird vom 25 Sieb vermittelst eines Filztuches abgenommen. Sehr bald kommt ein zweites ebenfalls in Bewegung befindliches Filztuch heran, und zwischen diesen beiden wird er durch ein Walzenpaar gepresst und möglichst entwässert. Von den Walzen wandert er auf einen polierten 30

geheizten Cylinder, auf dem er, während er trocknet, zugleich eine völlig glatte Oberfläche erhält. Ein zweiter Cylinder, über den er kommt, sorgt dafür, dass auch die Gegenseite ein ebenso schönes Aussehen annimmt. 5 Das jetzt fertige Papier wickelt die Maschine in Rollenform auf.

Der ungeheuere Bedarf an Papier ist mit Hilfe von Lumpen schon lange nicht mehr recht zu decken gewesen.[1] Daraus erklärt sich, dass im vorigen Jahr- 10 hundert in manchen Ländern, z. B. in Preussen, geradezu Ausfuhrzölle[2] auf Lumpen erhoben wurden, um den inländischen Papierfabriken die Versorgung daran zu erleichtern.

Aber eine solche Massregel trägt doch zu ihrer Ver- 15 mehrung an sich nichts bei. So begann man infolge der fortwährend wachsenden Schwierigkeit sie in genügender Menge zu beschaffen, eifrig nach einem passenden Ersatz dafür in der Papierindustrie zu suchen.

Die Überlegung lehrt, dass so gut wie z. B. die Lein- 20 pflanze, die doch das Rohmaterial für die leinenen Lumpen und damit für das Papier ist, Cellulose in ihrem Stengel enthält, sich diese auch in der Unzahl anderer Pflanzen finden wird. So gibt Stroh, passend zerkocht, eine zur Papierherstellung brauchbare Cellulose. Sehr 25 geeignet erwies sich weiter die Cellulose, die das Alfagras[3] liefert, eine Pflanzenart, die in Nordafrika speziell Algier in grössten Mengen wild wächst.

Während das Zerkochen von Stroh oder Alfagras und ähnlichem unter Verwendung geeigneter Chemikalien 30 wenig Mühe macht, liegen die Verhältnisse beim Holz

viel schwieriger, da man es mit einer so sehr viel festeren Masse zu tun hat. Zunächst bildete sich für diesen Zweck das Natroncelluloseverfahren[1] aus.

Dies besteht darin, das Holz — und man verwendet hauptsächlich Tannen und Fichten — mit Natronlauge 5 unter sehr starkem Druck zu kochen. Die Kessel liegen nach Art der Dampfkessel direkt im Feuer. Das in zum Stamm senkrecht stehende Scheiben zerschnittene Rohmaterial wird in Drahtkörben hineingesetzt und sodann die Lauge einfliessen gelassen. Man muss hierauf bis 10 auf etwa zehn Atmosphären Überdruck[2] in den Kesseln gehen, um ein genügendes Aufschliessen[3] des Holzes zu erreichen. Um diesen Druck zu ertragen, werden die Bleche, aus denen diese Kessel zusammengesetzt werden, nicht wie bei Dampfkesseln mit einer Reihe, sondern 15 mit einer dreifachen Reihe von Nieten aneinander befestigt.

Die aus dem Kocher kommenden Holzscheiben sehen dunkelbraun aus, aber alle die Cellulose im Holze einhüllenden und zusammenklebenden Stoffe sind nunmehr 20 wasserlöslich. Bringt man daher die Scheiben jetzt in viel Wasser und zerstampft sie ein wenig, so bleibt auf einem Siebe nur die Cellulose zurück, während die sie ehemals inkrustierenden Substanzen vom Wasser gelöst und weggeführt werden. Die so erhaltene ziemlich 25 langfaserige Cellulose, welche den Namen Natroncellulose[4] führt, lässt sich sehr gut bleichen, ist als solche Handelsware und wird im Verein mit anderem Material auf[5] Papier verarbeitet.

Gegen diese Fabrikation ist dann als mächtige Kon- 30

kurrenz die sogenannte Sulfitcellulose[1] seit dem Jahre 1884 aufgetreten, die jener allmählich den Boden abgräbt.

Es ist ja von vornherein[2] ganz gut denkbar, dass es
5 ausser der Natronlauge noch andere Mittel geben wird, die im stande sind, ohne die Cellulose zu sehr anzugreifen, die sie im Holze inkrustierenden Substanzen aufzulösen. Im Laufe der Zeit sind sie denn auch zahlreich bekannt geworden; bewährt hat sich für die Praxis
10 aber von ihnen allen nur der saure schwefligsaure Kalk.[3]

Im Anschluss daran, dass in der Chemie die Salze der schwefligen Säure[4] als Sulfite bezeichnet werden, hat jene neue Art von Cellulose zur Unterscheidung von der Natroncellulose ihren schon erwähnten Namen Sulfit-
15 cellulose erhalten.

Die Sulfitcellulose verdrängt die Natroncellulose immer mehr, und ein grosser Teil der ehemals nach dem letzteren Verfahren Cellulose herstellenden Fabriken, ist bereits für die Herstellung ersterer umgebaut. Sie ist
20 nicht nur in der Qualität der Natroncellulose überlegen, sondern sie beginnt geradezu auch das ehemalige Rohmaterial also die Lumpen aus der Papierfabrikation zu verdrängen. Daher werden leinene und baumwollene Lumpen kaum mehr gebraucht und sind alljährlich
25 schwerer zu verkaufen.

Zum Schluss wollen wir hinsichtlich der Vorzüglichkeit der mittelst des Sulfitverfahrens gewinnbaren Cellulose folgendes erwähnen. Es sind Bestrebungen im Gange, durch besonders vorsichtiges Arbeiten, das
30 schon beim Zerschneiden der Hölzer beginnt, mittelst

dieses Verfahrens eine so langfaserige Cellulose zu erzeugen, dass sie sogar mit Baumwolle zusammen versponnen werden kann, also als teilweiser Ersatz dafür zu dienen vermag. Ob diese Versuche, an denen seit vielen Jahren gearbeitet wird, je von Erfolg gekrönt sein werden, ist natürlich nicht zu entscheiden, aber sie geben eine Vorstellung von den Hoffnungen, die einzelne an die Sulfitcellulose knüpfen.

IX. Das Glas.

Schmilzt man Kieselsäure mit Kali und mit Kalk zusammen, so ist die erhaltene Schmelze[1] eine Mischung von kieselsaurem Kali mit kieselsaurem Kalk, und eine in Wasser völlig unlösliche Masse. Wir nennen sie Glas, wenn sie mit der nötigen Erfahrung hergestellt, und in für uns brauchbare Formen gebracht ist.

In der Praxis schmolz man denn auch von alters her[2] für die Glasfabrikation Kieselsäure (Sand) mit Pottasche, das ist also kohlensaures Kali als Lieferanten für das Kali, und kohlensaurem Kalk als Lieferanten für den Kalk zusammen. In der Hitze des Schmelzofens treibt die Kieselsäure als die im chemischen Sinne stärkere Säure die Kohlensäure aus den beiden anderen Verbindungen aus. Nachdem sie gasförmig entwichen ist, besteht die Schmelze daher schliesslich aus dem Gemisch von kieselsaurem Kali und kieselsaurem Kalk, und ist nach dem Erkalten das, was wir Glas nennen.

Da man die kieselsauren Salze in der chemischen Nomenklatur unter dem Namen Silikate zusammen-

fasst, ist Glas ein zusammengeschmolzenes Gemisch mehrerer Silikate.

Man braucht sich, wie aus unserer eine recht umfassende Deutung zulassenden Definition folgt, nun nicht streng an Kieselsäure, Pottasche und kohlensauren Kalk zu halten, und wirklich ersetzt man in den Gläsern[1] bald den einen, bald den anderen der Bestandteile ganz oder teilweise durch eine andere Säure oder eine andere Base, die sich für die Fabrikation als geeignet erwiesen hat.

Zum Zusammenschmelzen der in der Glasfabrikation verwendbaren Materialien ist stets eine recht hohe Temperatur erforderlich. Dies allein schon genügt, um die Pliniussche[2] Erzählung von der Erfindung des Glases ins Reich der Fabel zu weisen, zufolge welcher phönizische[3] Kaufleute ein Feuer unter einem Gefäss gemacht haben sollen,[4] das sie mit Hilfe von Stücken Soda* hohl stellten.[5] Indem nun durch die Hitze die Soda schmolz, habe sie mit dem Sande, also der Kieselsäure des Bodens, und dessen sonstigen Bestandteilen Glas geliefert. Ein Feuer, wie das erwähnte, genügt aber durchaus nicht zum Glasschmelzen. Wenn trotzdem Glas uralt bekannt ist, wie das aus Gräberfunden folgt, braucht es uns nicht zu wundern, weil man vom Metallschmelzen her schon sehr früh in der Herstellung hoher Temperaturen Übung hatte.

Im Altertum war Glas recht kostbar. Die berühm-

---

* So übersetzen die Philologen das Wort. Sicher ist natürlich, dass Plinius das, was wir heute als Soda anzusehen gewöhnt sind, nicht gekannt hat.

testen Fabriken des Mittelalters befanden sich zu Murano bei Venedig,[1] wo die Fabrikation, nachdem sie fast zu Grunde gegangen war, in unserer Zeit neu belebt worden ist. Heute wird Glas wohl in jedem Lande fabriziert, dessen Arbeitslöhne nicht gar zu hoch sind. 5

Seine uns ganz selbstverständlich erscheinende und durch nichts anderes zu ersetzende Verwendung als Fensterglas kam infolge des hohen Preises, in dem es stand, erst sehr allmählich in Aufnahme. Kein altgriechisches oder altrömisches Haus hatte Glasfenster, und 10 ebensowenig kannte man dieselben in den Palästen Karls des Grossen[2] oder Wilhelms des Eroberers.[3] Nachdem man Kirchen schon im zehnten Jahrhundert damit ausgestattet hatte, kamen sie in reichen Privathäusern etwa im vierzehnten Jahrhundert in Gebrauch. 15 Aber es hat noch weitere Jahrhunderte gedauert, bis sie das geölte Papier und die festen Fensterläden völlig verdrängten. Die ganz besondere Vorliebe, mit der die frühmittelalterlichen deutschen Dichter den wiederbeginnenden Frühling besingen, mag zum Teil hiermit zu- 20 sammenhängen. Erlöste er doch nach dem langen Winter die Menschen vom Sitzen in halbdunkelen meist nur durch flackernde Kienspäne[4] erhellten Räumen.

Die Glasfabrikation braucht also Kieselsäure. Dies steht ihr in Form von Sand, welcher chemisch Kiesel- 25 säure ist, oder als Quarz, der die Kieselsäure im krystallisierten Zustande darstellt, zur Verfügung. Je reiner das Rohmaterial ist, um so besser ist es verwendbar. Namentlich ein Gehalt an Eisen ist störend, indem das kieselsaure Eisen, das sich bei seiner Gegenwart in der 30

Fabrikation bildet, sehr dunkel gefärbt ist. Dies ist der Grund für die stets dunkle Färbung billiger Gläser. Es sei in der Beziehung an die Weinflaschen erinnert.[1] Auch war in älteren Zeiten alles Fensterglas grünlich, 5 indem ganz eisenfreier Sand selten und daher vielerorts[2] gar nicht zu haben war. Heute wird er mit Hilfe der modernen Verkehrsmittel[3] weithin verschickt.

Nur in sehr seltenen Fällen gibt man in Gläser als teilweisen Ersatz der Kieselsäure die viel teurere Bor- 10 säure. Sie erteilt denselben einen hohen Grad von Glanz, und macht sie ausserdem für manche optischen Zwecke besonders brauchbar.

Da jedes brauchbare Glas Kali oder Natron enthalten muss, und in älteren Zeiten nur Kali in Form der Pott- 15 asche zu haben war, kannte man auch nur kalihaltige Gläser. Der Bedarf an letzterer war mit ein Grund,[4] dass man namentlich in Deutschland die Glasfabriken gern in Wäldern anlegte. Sie lieferten einmal das nötige Brennmaterial für den Betrieb der Schmelzöfen, und die 20 erhaltene Holzasche diente gleichzeitig zur Herstellung der Pottasche, von der diejenige Menge, die über diese Selbsterzeugung hinaus[5] gebraucht wurde, ebenfalls in solchen Gegenden am leichtesten zu haben war.

Als Ersatz der Pottasche kam dann die Soda auf. 25 Aber die Sodafabrikation liefert in sich für die Glasfabrikation ein noch billigeres Ersatzmittel, was man bald herausfand. Diese Fabrikation erfordert, wenn sie nach Leblancs System erfolgt, als erstes Stadium die Überführung des Kochsalzes in schwefelsaures Natron. 30 Und schwefelsaures Natron kann in der Glasschmelze

an Stelle von Soda verwendet, braucht also für diesen Zweck nicht erst in Soda übergeführt zu werden, wenn man zugleich Kohle zusetzt. Es bildet sich daraus und aus der Kieselsäure dann ebenfalls kieselsaures Natron.

Der kohlensaure Kalk kommt zumeist in Form von Kreide zur Verwendung, indem diese, die in ihrem reinsten Zustande geradezu chemisch reiner kohlensaurer Kalk ist, sich leicht frei von störenden Beimengungen, namentlich fast oder ganz frei von Eisen, beschaffen lässt.

An die Stelle des Kalks können, wie erwähnt, in der Glasfabrikation eine ganze Reihe anderer Basen treten. Viel verwendet wird namentlich das Bleioxyd.

Schliesslich schmelzen die Fabriken altes Glas wieder mit ein, und wandern aus diesem Grunde die Glasscherben massenhaft zu ihnen zurück.

Die Rohmaterialien der Glasfabrikation werden, nachdem sie mittelst Maschinen aufs beste gemischt sind, in grossen Häfen[1] eingeschmolzen. Von den Schmelzöfen wird natürlich hohe Hitze bei möglichst geringem Brennmaterialverbrauch verlangt, weshalb sie jetzt zumeist mit Regenerativgasfeuerungen[2] versehen werden.

Aus der Schmelze wird sodann vom Glasbläser mit Hilfe der sogenannten Glasmacherpfeife[3] etwas Glas herausgeschöpft, das er durch Blasen in alle möglichen Formen bringt, wobei ihm ein zweiter Arbeiter, wenn das herzustellende Objekt komplizierter ist, helfen muss. Die Pfeife ist weiter nichts als ein Stück Metallrohr, das in der Mitte seiner Länge mit Holz bekleidet ist, damit es, wenn es auch selbst heiss wird, leicht anfassbar

bleibt. Die Herstellung gewöhnlicher Flaschen erfolgt jetzt auch mittelst Maschinen. Die heissen fertiggestellten Glaswaren kommen in die Kühlöfen,[1] in denen sie erst im Laufe einiger Tage völlig erkalten, da sie
5 sonst so spröde werden, dass sie praktisch unverwendbar sind. Bemerkt sei,[2] dass unser Fensterglas ebenfalls auf diesem Wege hergestellt wird. Durch das Blasen erzeugt der Arbeiter einen möglichst grossen länglichen Cylinder, der schliesslich mit der Schere aufgeschnitten
10 wird. Er ist dann noch so weich, dass er sich glatt strecken lässt, worauf er in Plattenform in den Kühlofen wandert, den er als fertige Scheibe verlässt.

Eine Erfindung von grosser Wichtigkeit war das Giessen[3] des Glases, die ins siebzehnte Jahrhundert fällt.
15 Zu dem Zwecke lässt man es im geschmolzenen Zustande auf genügend grosse Metalltische, die mit einer Randerhöhung versehen sind, laufen. Jene grossen Spiegelscheiben,[4] die wir heute an den Kaufläden sehen, sind alle durch Abschleifen von auf diesem Wege erhaltenen
20 Platten hergestellt.

Glasplatten dienen auch zur Herstellung der Glasspiegel, die die ehemaligen Metallspiegel längst verdrängt haben. Bis zu ihrer Erfindung bediente man sich namentlich schönpolierter Silberplatten, oder sol-
25 cher, die aus zwei Teilen Kupfer und einem Teil Zinn, einer sehr weissen Legierung,[5] zusammengeschmolzen waren. Infolge der Empfindlichkeit der Metalle und namentlich des Silbers, das so leicht schwarz wird, war deren Benutzung aber recht unbequem. Ganz anders
30 die Glasspiegel, bei denen die spiegelnde Fläche durch

Glas geschützt, völlig äusseren Einflüssen entrückt ist!

Um eine Glasplatte in einen Spiegel zu verwandeln, brachte man auf deren eine Seite ein Blatt Zinnfolie,[1] d. h. dünngeschlagenes Zinn, das man mit Quecksilber übergoss. Letzteres löst das Zinn auf; es bildet sich 5 ein Amalgam, wie man das nennt, und speziell dieses Amalgam hat die Eigenschaft erstens vorzüglich zu spiegeln, und zweitens sehr fest am Glase zu haften. Durch allmähliches Schiefstellen der ursprünglich horizontal liegenden Scheibe bewirkte man das Abfliessen 10 des überschüssigen Quecksilbers,[2] das etwa vier Wochen Zeit erfordert, womit der Spiegel fertig war.

So hergestellt lassen diese kaum etwas zu wünschen übrig. Aber ihre Fabrikation ist für die dabei Beschäftigten höchst gefährlich, indem die Arbeiter einer all- 15 mählichen Vergiftung durch die Dämpfe des Quecksilbers ausgesetzt sind. Quecksilber verflüchtigt sich nämlich schon bei Zimmertemperatur, ähnlich wie Wasser, wenn auch in weit geringerem Grade als dieses.

Während bei dieser Art der Spiegelfabrikation das 20 Zinnamalgam die spiegelnde Fläche liefert, kannten die Chemiker schon lange ein ganz anderes Verfahren, bei dem sich nicht Quecksilber, sondern Silber als spiegelnder Belag[3] auf dem Glase abscheidet. Der Vorschlag, nach dieser Methode im grossen zu arbeiten, ging von 25 England aus.

Die Grundlage des Verfahrens — die genauen chemischen Vorgänge lassen sich hier nicht klar legen[4] — ist die, dass man Lösungen von Silber herstellen kann, aus denen das Metall durch gewisse Zusätze als solches 30

wieder abgeschieden wird. Wählt man diese Zugaben passend, so fällt es nicht etwa rasch als Pulver aus, sondern nur ganz allmählich, und bedeckt dann die Wände des Gefässes, in welchem diese langsame Abscheidung 5 vor sich ging, als prachtvoll spiegelnder Belag. Zur einseitigen Versilberung des Glases auf diesem Wege verfährt man deshalb so, dass man diese Seite mit der passend gewählten Mischung begiesst, worauf sie nach einiger Zeit versilbert ist. Da nun Silber das weisseste 10 Metall ist, das es gibt, sind diese Spiegel auch ihren Vorgängern insofern überlegen, als ein mit Hilfe von Quecksilber hergestellter Spiegel, neben sie gehängt, vergleichsweise dunkel erscheint. Ihre Fabrikation ist, wie aus dem Mitgeteilten hervorgeht, infolge Fortfalls 15 der giftigen Quecksilberdämpfe völlig unschädlich für die damit beschäftigten Arbeiter. Sie ist auch trotz der Verwendung von Silber an sich nicht teuer. Auf einem Quadratmeter Spiegelfläche schlagen sich nämlich nur etwa 2,5 Gramm an Metall nieder, die heute kaum einen 20 Wert von 20 Pfennigen haben.

Ganz allgemein gilt der Satz,[1] dass Kaligläser weit schwerer schmelzbar als Natrongläser sind. Deshalb werden Gegenstände aus Kaliglas eigentlich nur noch für Chemiker und Physiker hergestellt. Hinsichtlich 25 der Glasgefässe, in denen in den chemischen Laboratorien so viel gekocht wird, sind die Fortschritte der neuesten Zeit, die ihre Grundlage in der vollen Ausnutzung unserer Kenntnisse von dem chemischen und physikalischen Verhalten des Glases haben, ausser- 30 ordentliche. Solche Gefässe müssen sehr dünn sein,

damit sie sich rasch gleichmässig erwärmen. In der Hand des Geübten ist trotzdem, infolge des gewohnheitsmässigen Umgehens damit,[1] ihre Zerbrechlichkeit keine grosse. Während man aber bis vor wenigen Jahren bei ihrem Erhitzen stets vorsichtig sein musste, gibt es 5 jetzt eine Sorte von Kochgefässen, die man mit Flüssigkeiten, die darin auf 180—200° erhitzt sind, sofort in kaltes Wasser tauchen kann, ohne dass sie zerspringen, eine Leistung auf glastechnischem Gebiet,[2] die man kaum für möglich erachten sollte. 10

Die leichtschmelzbarsten Gläser, deren Besprechung wir an die schwerschmelzbaren anreihen wollen, werden durch Ersatz des grössten Teils des Kalks durch Bleioxyd dargestellt. Solches Glas lässt sich ganz vorzüglich verarbeiten, und daraus werden auch durch Pressen[3] 15 jene schön verzierten Teller, Schüsseln, Aufsätze[4] hergestellt, die jetzt so viel im Gebrauch sind. Natürlich zeigen die gepressten Gläser nie die scharfen Kanten geschliffener[5] Facetten, aber ihr Preis ist auch ein verhältnismässig niedriger im Vergleich zu den nach dem 20 teuren Schleifverfahren hergestellten Waren

Verzichtet man ganz auf den Kalk und schmilzt ein Glas aus Kieselsäure, Pottasche und Bleioxyd zusammen, also ein reines Doppelsilikat von kieselsaurem Kali und kieselsaurem Blei, so erhält man den Strass.[6] Das ist 25 eine Glasmasse von so hohem Glanze, dass man damit alle Edelsteine nachahmen kann. Sind diese künstlichen Steine gut geschliffen und poliert, so sind sie äusserlich durch blosses Ansehen in keiner Weise von jenen zu unterscheiden. Der Unterschied besteht aber darin, 30

dass sie, da das Bleiglas sehr weich ist, bei häufigem Tragen bald zerkratzt werden. Hierdurch gerade stehen sie in vollem Gegensatze zu den fast unzerstörbaren wahren Edelsteinen. Um die verschiedenen Arten der-
5 selben nachzuahmen, wird der Glassatz[1] passend gefärbt.

Das Färben aller Gläser erfolgt durch Zugabe geeigneter Substanzen zur schmelzenden Glasmasse. So färbt sie sich durch Zusatz von Kobalt blau. Das schönste gefärbte Glas ist sicherlich das Rubinglas, zu dessen
10 Herstellung der geschmolzenen Masse Gold in einer geeigneten chemischen Verbindung, z. B. als sogenannter Goldpurpur[2] zugesetzt werden muss. Dieses prachtvoll rote Glas findet fast nur in Form von Schalen für kostbare Tafelaufsätze und ähnliches Verwendung. Die
15 Menge des zum Färben nötigen Goldes ist recht gering.

Nun haben wir noch zum Schluss das Milchglas zu erwähnen. Dieses wird dadurch erhalten, dass man der Glasmasse phosphorsauren Kalk, und zwar meist die Asche von Knochen zusetzt. In der Hitze erhält man
20 dann eine klare Schmelze, die wie jedes andere Glas verarbeitet wird. Beim Abkühlen scheidet sich aber der phosphorsaure Kalk wieder aus, und erteilt dem fertigen Glase die gewünschte Undurchsichtigkeit. Dem phosphorsauren Kalk ähnlich wirken einige andere Mate-
25 rialien, wie der Kryolith,[3] ein nur auf Grönland vorkommendes Tonerde und Natron in Verbindung mit Fluor enthaltendes Mineral,[4] welches ganz eisenfrei ist.

Das mit Kryolith hergestellte Milchglas eignet sich besonders für Lampenschirme, indem man durch diese
30 die betreffende Flamme nicht sieht, während sie durch

das nach dem älteren Verfahren dargestellte Glas blutrot durchscheint.

X. Die Tonwaren.

In der Natur finden sich vieler Orten[1] Erdarten, die, wenn man sie mit Wasser anrührt, eine zähe Masse bilden, welche knet- und formbar ist. Man nennt sie Ton. Je nach den Beimischungen, die sie enthalten, variiert ihre Verwendbarkeit und damit ihr Spezialname.

Am häufigsten findet sich der Lehm,[2] das ist ein Ton, der schon ziemlich viel Sand enthält und durch einen Eisengehalt braungelb gefärbt ist. Bringt man ihn in die Form länglicher Stücke von rhombischem[3] Querschnitt, so bekommt man die Ziegel. Lässt man sie an der Luft austrocknen, so ist ihre Haltbarkeit sehr gering, indem jeder Regen sie wieder zum Zerfliessen bringt. Immerhin dienen diese Luftziegel[4] noch mancherwärts[5] zum Ausfüllen der Zwischenwände von Fachwerksbauten.[6]

Zu einem wirklich haltbaren Stein, zum eigentlichen Ziegel, werden die Luftziegel erst durch das Brennen. Für diese Prozedur setzte man sie, zwischen die man Lagen von Holz, Torf oder Steinkohle brachte, in alten Zeiten so zu einem Haufen zusammen, den man aussen mit Lehm bewarf, dass das in Brand gesetzte Feuerungsmaterial sie möglichst erhitzte. Hierdurch tritt das sogenannte Sintern[7] ein, das heisst, leicht schmelzbare Teilchen im Lehm erweichen so weit, dass sie sich fast verflüssigen. Dadurch ist das bei der Temperatur, die im Haufen herrscht, unschmelzbare Gerüst des

Steines nach dem Erkalten zu einem festen Ganzen vereinigt, sozusagen zusammengeklebt. Indem in der Hitze zugleich der Eisengehalt des Lehmes in rotes Eisenoxyd übergeht, zeigen die fertigen Ziegel dessen Farbe.

Heutzutage brennt man sie in den sogenannten Ringöfen,[1] die eine weit vollkommenere Ausnutzung des Brennmaterials ermöglichen.

Der Hauptbestandteil aller Tone im streng wissenschaftlichen Sinne der Chemie bezeichnet, ist die kieselsaure Tonerde. Sie ist, was[2] wir uns in Rücksicht auf die weiteren Mitteilungen über Tonwaren besonders merken wollen, im reinen Zustande im Ofenfeuer unschmelzbar. Beimengungen aber von Sand, also Kieselsäure nebst solchen von Kalk, Kali, Eisenoxyd setzen ihre Feuerbeständigkeit[3] sehr herab. Wir wissen ja von der Fabrikation des Glases her, dass kieselsaures Kali und kieselsaurer Kalk und ebenso kieselsaures Eisen sich zu einem Glas zusammenschmelzen lassen. Diese Beimengungen im Lehm schmelzen also beim Brennen desselben, der Ziegel sintert infolgedessen, und die beim Erkalten wieder erstarrenden halb verflüssigt gewesenen Glasteilchen[4] bedingen,[5] wie erwähnt, nachher die Festigkeit des Ziegels.

Ist nun umgekehrt ein Ton recht arm an den genannten Beimengungen, so wird er sehr feuerbeständig sein. Aus derartigem Material, das sich ebenfalls vieler Orten in der Welt findet, werden die feuerfesten Ziegel, aus denen man die Feuerungsanlagen[6] der Industrie und ähnliches baut, hergestellt. Man nennt sie auch

Chamotteziegel.[1] Was dieser Name eigentlich bedeutet, ist nicht bekannt.

Die Formbarkeit des Tons erlaubt natürlich nicht nur so einfache Dinge, wie einen Ziegel herzustellen, sondern ermöglicht die Anfertigung der verschiedenartigsten Objekte. 5

Wenn man ihn auf einer sich drehenden Scheibe verarbeitet, gelingt es leicht bauchige[2] und sonstwie geformte Gefässe von kreisförmigem Querschnitt herzustellen. Die Drehscheibe der Töpfer ist bei manchen 10 Völkern, z. B. den Chinesen, eine so alte Erfindung, dass sie schon vor den Zeiten, aus denen schriftliche Aufzeichnungen überkommen sind, im Gebrauch war.

Brennt[3] man ein so hergestelltes Gefäss im Ofen, so wird es nach Art der Ziegelsteine porös ausfallen, 15 kurzum, wenig brauchbar sein und sich kaum zu etwas anderem als zu Blumentöpfen eignen. In dasselbe gegebene Flüssigkeiten werden sich in dessen Wände hineinziehen, vielleicht sogar durchsickern, so dass es jedenfalls nicht wieder völlig zu reinigen ist. Zur 20 Abhilfe dieser Übelstände werden deshalb solche Geschirre glasiert, d. h. mit einem Glas überzogen.

Wir wissen bereits, dass die leichtschmelzbarsten Gläser die Bleigläser sind. Daher ist die billigste Töpferglasur die, dass man irgend eine in der Natur 25 vorkommende Bleiverbindung, die sich dazu eignet, mit etwas Lehm zusammen feinmahlt, und mit dieser Mischung, die man in Wasser aufschwemmt,[4] das zu glasierende Gefäss übergiesst. Brennt man es hernach im Ofen, so schmilzt das Bleiglas auf der Oberfläche 30

zusammen, indem es sich aus der Kieselsäure des Lehms und dem Blei bildet. Nunmehr ist das Gefäss nicht mehr porös und nach „einmaligem“ Brennen fertig. Die von den Töpfern verwendete Bleiverbindung ist 5 der Bleiglanz,[1] der sich vielerwärts auf der Erde findet. Wegen der Giftigkeit dieses Metalls gehören aber auf diesem Wege glasierte Gefässe nicht in die Küche, indem saure Speisen, also die mit Essig zubereiteten daraus Blei auflösen. Heutzutage ist ihr Verkauf als 10 Küchengeschirr daher gesetzlich verboten.

Man hat deshalb in neuerer Zeit versucht die Zusammensetzung dieser Glasuren so abzuändern, dass nach dem Brennen der Ware alles Blei darin in so feste chemische Verbindungen übergegangen ist, dass sie von 15 sauren Speisen, die doch in chemischem Sinne immer nur schwach sauer sind, nicht mehr angegriffen werden. Namentlich in Bayern[2] hat man in der Beziehung Erfolge erzielt.

Ein weit haltbareres Material als die gewöhnliche 20 Töpferware ist das Steinzeug.[3] Zu seiner Herstellung verwendet man einen Ton, der bei nicht zu hoher Temperatur so vollständig sintert, also so weit zusammenschmilzt, dass schliesslich eine für Flüssigkeiten ganz undurchlässige harte Masse entsteht. Deshalb 25 brauchten z. B. jene billigen grauen oder hellbraunen Krüge, in denen das natürliche Selterwasser[4] verschickt wird, die auf diesem Wege hergestellt sind, gar nicht glasiert zu werden, um wasserdicht zu sein.

Doch geschieht dies hier sowohl wie bei allem an- 30 deren in den Handel gebrachten Steinzeug, um ihm ein

ansehnlicheres glänzendes Äussere zu geben, und zwar in folgender sehr einfacher Art.

Hat der Ofen, in dem das Geschirr gebrannt wird, seine volle Hitze erreicht, so schüttet man Kochsalz ins Feuer und verschliesst für einige Zeit seine Abzugsöffnungen.[1] Der Ofen füllt sich infolgedessen, da Kochsalz nicht gerade schwerflüchtig[2] ist, mit seinen Dämpfen. Es besteht aus Chlor und Natrium. So kommt Natrium mit der Kieselsäure des Tones an der Oberfläche der Gefässe in Berührung. Es bildet sich etwas kieselsaures Natron, und dieses mit anderen Silikaten zusammen, — der Ton besteht ja aus Silikaten, — ist doch ein Glas. So genügt denn das Hineinwerfen des Kochsalzes zum Glasieren dieser billigen Steingutwaren, die also ebenfalls nur „einmal" ins Feuer kommen.

Hat man für die Herstellung von Steinzeug einen sehr reinen d. h. möglichst eisenfreien Ton gewählt, und schmilzt, nachdem das daraus hergestellte Gefäss, welches also fast weiss ausfallen wird, einmal gebrannt und hierbei völlig gesintert ist, nachträglich noch eine schön weisse Glasur[3] auf, so erhält man das wahre Steingut, das also im Gegensatz zur Töpferware „zweimal" gebrannt wird. Es unterscheidet sich äusserlich kaum vom Porzellan. Nur ist es lange nicht so haltbar wie dieses, indem seine bei verhältnismässig niedriger Temperatur aufgeschmolzene Glasur mit der des Porzellans hinsichtlich ihrer Güte keinen Vergleich aushalten kann, und bei der Benutzung durch Zerkratzen bald feine Risse bekommt, die sich nicht mehr reinigen

lassen, und es unansehnlich ja geradezu unappetitlich machen, wenn es sich um Essgeschirre handelt.

Dies Verhalten der Glasur kommt daher, dass die Temperatur, bei der ihr Einbrennen erfolgt, beim Stein-
5 gut nicht hoch ist, wodurch sehr an Brennmaterial gespart wird. Um diese Glasur von genügender Leichtschmelzbarkeit zu haben, setzt man ihr Borax und auch Bleioxyd zu. Das letztere ist, da die Zusammensetzung der Mischung passend gewählt wird, schliesslich so fest
10 gebunden, dass Säuren es nicht mehr lösen können, Steingut trotzdem also durchaus als Kochgeschirr Verwendung finden kann.

Die einmal im Ofen für die Zwecke der Steingutfabrikation gebrannten Gefässe haben somit in dem
15 unglasierten Zustande, in welchem sie wieder aus dem Ofen kommen, durch die völlige Sinterung schon ihre volle Festigkeit erlangt. Bei dem für das Aufschmelzen der Glasur auf Steingutgefässe nötigen zweiten Brennen ist von einem nochmaligen Sintern keine Rede, es findet
20 daher im Gegensatz zum Porzellan keine Zunahme der Festigkeit mehr statt.

Wir wenden uns nunmehr zur vollkommensten aller Tonwaren, zum Porzellan.

Es hat manche für den Gebrauch des Glases wertvolle
25 Eigenschaften in fast noch höherem Grade als dieses selbst. So ist es härter und erträgt den Temperaturwechsel viel besser ohne zu zerspringen. Dagegen lässt es sich allerdings nicht so vielgestaltig verarbeiten wie jenes, und muss man sich an Stelle der Durchsichtigkeit
30 mit seinem reinen Weiss begnügen.

In China und Japan ist es seit langem bekannt. In Europa erfand es der sächsische[1] Alchymist Böttcher 1703. Anfangs erhielt er es nur von brauner Farbe, und 1710 gelang ihm erst die Darstellung rein weisser Gefässe, welche seit jenem Jahre in Meissen[2] fabrikmässig[3] hergestellt werden. 5

Da vom Porzellan ein reines Weiss verlangt wird, und es bei möglichst hoher Temperatur gebrannt werden muss, um seine edlen Eigenschaften zu zeigen, kann nur ein eisenfreier Ton, der, um die enorme Hitze der Brennöfen zu ertragen, fast frei von Flussmitteln[4] ist, zu seiner Herstellung dienen. 10

Dieser findet sich nicht allzu häufig, man bezeichnet ihn als Kaolinton.[5] Zu seiner Reinigung wird er geschlämmt,[6] d. h. mit sehr vielem Wasser angerührt. Alle schweren und gröberen Beimengungen sinken, sobald das Rühren aufhört, darin rasch zu Boden, während die feinen Partikel sich schwebend erhalten. Trennt man dann die Flüssigkeit vom groben Bodensatze, so wird sich der reine Ton bei weiterem Stehen in einem zweiten Gefässe daraus absetzen. So erhalten ist er infolge seiner Reinheit so feuerbeständig, dass er im Ofenfeuer kaum zum Sintern zu bringen ist, und um ihn zu Gefässen brennen zu können, muss ihm etwas Flussmittel zugesetzt werden. Als solches dient feinstgemahlener und geschlämmter Kalifeldspat,[7] ein sich in der Natur findendes Mineral, das in sehr hoher Temperatur glasartig zusammenschmilzt. Dies nimmt uns nicht besonders Wunder, wenn wir erfahren, dass die Feldspate Doppelsilikate von kieselsaurer Tonerde mit kieselsaurem Kali oder 15 20 25 30

kieselsaurem Natron, auch kieselsaurem Kalk sind, denn dieses sind ja zum Teil die gleichen Materialien, wie die, aus denen man das Glas herstellt.

Formt man Gefässe aus dem Gemisch von geschlämmtem Kaolin und geschlämmten Feldspat, so ziehen sie sich beim Brennen so sehr zusammen, dass sie häufig Risse bekommen. Doch wird dieser Übelstand herabgemindert, wenn man der Porzellanmasse noch Kieselsäure zusetzt. Diese erhält man für unseren Zweck in der notwendigen Reinheit durch Feinmahlen und Schlämmen von Quarz, Feuerstein oder Sand.

Die aus den drei Bestandteilen, denen manche Fabriken noch etwas kalkhaltiges[1] Material hinzufügen, gemischte Porzellanmasse wird dann wie der Töpferton auf der Drehscheibe geformt die erhaltenen Gegenstände werden allmählich getrocknet, und sind hierauf ausserordentlich zerbrechlich.

Sie kommen nunmehr zum ersten Male ins Feuer eines Ofens, in dem sie bei starker Rotglut gebrannt werden. Erst bei dieser Temperatur sintern sie etwas zusammen und zeigen hernach eine gewisse Festigkeit.

Als einmal gebrannte Masse findet das Porzellan eigentlich nur eine Verwendung, es dient als Einsatzgefäss[2] für die so bekannten galvanischen Elemente. Da es nicht völlig gesintert, ist es soweit porös, dass die darin befindliche Flüssigkeit mit der von ihr verschiedenen im äusseren Gefäss vorhandenen, in Kontakt treten kann, ohne sich im eigentlichen Sinne damit zu mischen, was zur Erzeugung galvanischer Ströme nach dieser Methode nötig ist.

Das so erhaltene „verglühte"[1] Porzellan muss nun glasiert werden. Im Gegensatz zu allen anderen Tonwaren wendet man hierfür eine „ausserordentlich schwer schmelzende" Glasur an, die dann als ein wahres Glas das fertige Produkt überzieht, wodurch es seine vorzüglichen Eigenschaften erhält. 5

Man verwendet als Glasur die Porzellanmasse selbst, der man nur reichlicher Flussmittel zusetzt, damit sie wirklich zum Schmelzen kommt. Als solche fügt man Kali und Kalk zu, und zwar ersteres, indem man einfach 10 die Menge des Kalifeldspats vermehrt. Die feingeschlämmte Glasurmasse rührt man mit Wasser zu einem dünnen Brei an, in den man das verglühte Porzellan taucht, wobei eine genügende Menge davon an der Oberfläche des eingetauchten Gefässes hängen bleibt. 15

Von den Stellen am Boden, mit welchen das so vorbereitete Porzellan die Unterlage, auf welcher es im Ofen steht, berührt, muss die Glasurmasse vor dem Einbrennen der Glasur wieder fortgekratzt werden, weil das Gefäss sonst, sobald sie zum Schmelzen kommt, an dieser 20 Unterlage anschmelzen würde.

Daher sehen wir an Porzellantellern im Gegensatz zu Glastellern nie einen flachen Boden, sondern stets einen erhabenen Rand um diesen, weil so, statt vom ganzen Boden, nur davon die Glasur entfernt zu werden braucht. 25 Solche unglasierten Stellen sind rauh und werden beim Gebrauch dauernd schmutzig, da sie nicht wie der glasierte Gegenstand durch einfaches Abreiben wieder gereinigt werden können, sondern die Verunreinigungen in den Poren sitzen bleiben. Und durch jene unglasierten 30

Stellen am Boden sind selbst die besten dem Porzellan nahestehenden Steingutwaren leicht von diesem auf den ersten Blick zu unterscheiden, da sie sich beim Steingut niemals finden. Denn beim Steingut erfolgt, wie wir
5 wissen, das Einbrennen der Glasur bei ziemlich niedriger Temperatur. Es liegt daher nicht die Gefahr vor, dass Steingutwaren sich im zweiten Feuer nach Art des Porzellans im Ofen verziehen,[1] also ihre regelmässige Form verlieren könnten. Und so findet man also am Boden
10 von Steingutwaren, im Unterschied zum Porzellan, meist nur drei gegen die übrige Glasur etwas eingedrückte Vertiefungen,[2] welche die Stellen sind, an denen der Teller während des Einbrennens der Glasur auf Stützpunkten auflag.

15 Zum Einschmelzen der Glasur kommt das Porzellan ins zweite Feuer, dessen Hitze im Gegensatz zum Verfahren in der Steingutfabrikation also sehr hoch gesteigert wird.

Beim Steingut hat, wie erwähnt, das verglühte Roh-
20 material nach dem erstmaligen Feuer schon seine Festigkeit, die durch das Einbrennen der Glasur in keiner Weise vermehrt wird. Hier beim Porzellan dagegen verglast der durch das erste Brennen erhaltene schon ziemlich feste Scherben,[3] mit welchem Ausdruck das ein-
25 mal geglühte Material bezeichnet wird, erst in diesem zweiten stärkeren Feuer völlig. Es wird hier erst jene harte Masse, die mit der Glasur sozusagen in eins verschmolzen, eine so bedeutende Widerstandsfähigkeit gegen alle äusseren Einflüsse erlangt.

30 Durch Herausziehen einzelner Probestücke erkennt

man den Verlauf des Prozesses. Die allmählich schmelzende Glasur wird immer glatter; wenn man schliesslich an der durchscheinenden Beschaffenheit des Ganzen merkt, dass der ehemalige Scherben selbst ausreichend verglast ist, so lässt man den Ofen samt seinem Inhalte 5 langsam erkalten.

Man kann natürlich auch unglasiertes Porzellan dem gleichen scharfen Feuer,[1] in welchem man sonst die Glasur darauf einbrennt, aussetzen. Dabei sintert es dann so weit zusammen, dass es seine Porosität verliert. Seine 10 Oberfläche behält aber etwas Rauhes und sieht matt aus. Es führt den Namen Biskuitporzellan.[2] Daraus macht man Büsten, Statuen und ähnliches, bei denen der Glanz der Glasur störend wirken würde.

Was das Bemalen des Porzellans anbetrifft, so kann es 15 in zweifacher Art erfolgen. Man malt unter und auf der Glasur.

Zum Malen unter der Glasur (also zum Bemalen des verglühten Porzellans) können nur jene wenigen Metalloxyde dienen, die die grosse Hitze des zweiten Feuers, 20 des sogenannten Scharffeuers, ertragen, so Kobaltoxyd für Blau, Chromoxyd für Grün, Uranoxyd (Uran ist ein seltenes Element) für Schwarz.

Der Vorteil dieser Malerei ist der ihrer Unzerstörbarkeit, die,[3] da sie durch die Glasur geschützt ist, nur bei 25 der Zertrümmerung des Porzellangefässes selbst eintreten kann. Während man beim Malen unter der Glasur mit den Farben verhältnismässig beschränkt ist, versteht man es auf der Glasur jetzt alle gewünschten Nüancen[4] zu erzeugen, und auf grossen Platten z. B. jedes Ölge- 30

mälde zu kopieren, eine Kunst, die in Sèvres[1] namentlich gepflegt wird.

Die betreffenden Farben, auch hier natürlich Metalloxyde, werden mit einem leicht zu einem farblosen Glase
5 schmelzenden Material gemischt, bei dessen Herstellung also Bleioxyd, wie wir uns jetzt schon denken können, eine grosse Rolle spielt, und nach dem Anreiben[2] mit Öl aufgemalt. Erhitzt man das so vorbereitete Gefäss sodann in einem Muffelofen[3] so weit, dass die gefärbten
10 Glasflüsse ins Schmelzen kommen, so schmilzt die Malerei auf dem Gefässe fest.

In ganz gleicher Weise hat man in älterer Zeit das so viel benützte Vergolden also Auftragen goldener Verzierungen auf das Porzellan bewirkt. Das mit einem
15 Flussmittel eingebrannte Gold kam aber matt aus dem Ofen, und musste hernach, um seinen Glanz zu zeigen, poliert werden. Da wurde im Jahre 1830 eine Vergoldungsflüssigkeit, für die das Gold zuerst in Königswasser[4] gelöst wird, erfunden, die mit passenden Zusätzen
20 auf das Porzellan aufgetragen und hernach eingebrannt, sofort eine glänzende Vergoldung liefert.

XI. Die Photographie.

Am besten wird uns die Klarlegung der Vorgänge in der Photographie gelingen, wenn wir die historische
25 Entwickelung zur Grundlage unserer Betrachtung machen. Wir sehen dann ihre allmähliche Vervollkommnung an uns vorüberziehen und haben Gelegenheit in Kürze die wichtigsten jener aufeinanderfolgenden Denk-

prozesse, die sie auf ihre Höhe gebracht haben, selbst zu durchdenken.

Silber löst sich leicht in Salpetersäure zu einer wasserhellen Flüssigkeit. Dampft man diese Lösung ab, so erhält man als Rückstand ein weisses Salz, das salpetersaure Silber. Es heisst im gewöhnlichen Leben Höllenstein.[1]

Was man auch damit bestreicht, wird, namentlich bei Tageslicht, sehr bald schwarz, so die menschliche Haut, auf die derselbe von den Ärzten als Ätzmittel öfters gebracht wird. Und von der gleichen Farbe erscheinen nach kurzer Zeit Buchstaben, die man mit seiner Lösung schreibt. Sie sind hernach kaum mehr zu entfernen, z. B. auch nicht aus Wäsche. So repräsentiert denn diese Lösung eine unauslöschliche Tinte.

Der Grund für die angeführten Erscheinungen ist der, dass das salpetersaure Silber sehr dazu neigt, in seine Bestandteile zu zerfallen, wobei sich das Silber als höchst fein verteiltes schwarzes Pulver ausscheidet. Schon das Tageslicht vermag also, wie aus den angeführten Beispielen der täglichen Erfahrung folgt, diese Spaltung herbeizuführen. Diese Eigenschaft des salpetersauren Silbers ist, wie der uralte Name Höllenstein andeutet, sehr lange bekannt. „Auf einer derartigen Zersetzung von Silbersalzen beruht nun die ganze Photographie.“ Der Höllenstein selbst kann aber zur Gewinnung von Bildern nicht dienen, weil sein Zerfall ein für diesen Zweck viel zu langsamer ist.

Die Herstellung von Bildern gelingt erst mit Silbersalzen, die sehr viel schneller als das salpetersaure Salz

durch das Licht verändert werden. Und zwar hat man in der Photographie hauptsächlich drei davon verwendet, das Chlorsilber, Bromsilber und Jodsilber. Alle drei sind leicht darstellbar.[1] Da sie im Wasser völlig unlöslich sind, scheiden sie sich sofort aus, wenn man zu einer Höllensteinlösung eine Lösung von Chlornatrium (Kochsalz), oder von Bromkalium resp. von Jodkalium setzt. Es bilden sich bei Verwendung von Kochsalz z. B. Chlorsilber und salpetersaures Natron. Das salpetersaure Natron ist ein Salz welches im Wasser leicht löslich ist, also in der Flüssigkeit gelöst bleibt, so dass man, wenn man den Chlorsilberniederschlag mit Wasser wäscht, ihn vollkommen frei davon erhält.

Das Chlorsilber ist sehr lange bekannt, Bromsilber und Jodsilber erst seit dem ersten Viertel des Jahrhunderts, zu welcher Zeit Brom und Jod aufgefunden wurden.

Mit dem Chlorsilber haben schon die Alchymisten sehr viel gearbeitet. Es ist recht empfindlich gegen das Licht; denn sobald es diesem ausgesetzt wird, färbt sich sein anfangs reines Weiss violett, und schliesslich wird es ganz schwarz. Zur Erzeugung von Bildern hat es zuerst der Hallenser[2] Arzt Schultze 1727 benutzt.

Er legte Papierbuchstaben auf einen frischen Niederschlag von Chlorsilber. Nur die unbedeckten Stellen, welche dem Lichte ausgesetzt blieben, wurden dunkler. Nahm er das Papier fort, so erschienen die Buchstaben von weisser Farbe auf dunklem Grunde, um kurze Zeit nachher natürlich, durch den Einfluss des Lichtes, dem nun auch der bisher von den Buchstaben bedeckte Teil

des Chlorsilbers ausgesetzt wurde, ebenfalls schwarz zu werden. Kurzum, in dieser Art der Ausführung war das Ganze eine interessante aber praktisch nicht verwertbare Beobachtung.

Erst 112 Jahre später, nämlich 1839, hat dann Talbot wirklich Bilder mit Hilfe von Chlorsilber zu stande gebracht. Sein Verfahren war folgendes. Er tauchte Papier in eine Lösung von Kochsalz und bestrich es sodann mit einer solchen von salpetersaurem Silber. Jetzt enthielt das Papier durch das Zusammentreffen dieser beiden Lösungen Chlorsilber und war lichtempfindlich. Auf den so vorbereiteten Bogen legte er hierauf durchsichtige resp. durchscheinende[1] Zeichnungen. Unter dem Einfluss des Sonnenlichtes, dem er das Ganze aussetzte, schwärzte sich sodann sein Chlorsilber an denjenigen Stellen am stärksten, an denen das meiste Licht die obere Zeichnung durchdringen konnte.

Hätte er jetzt diese ohne weiteres entfernt, so wäre sehr bald sein unteres Papier durch den fortdauernden Einfluss des Lichtes, wie einst bei Schultze, gänzlich schwarz geworden. Sein grosses Verdienst besteht nun darin, dass er solche Bilder festzuhalten, zu fixieren lehrte.

Zum Zwecke der Fixierung verfuhr er so, dass er sein lichtempfindliches Papier, auf dem die Sonne die hinaufgelegte Zeichnung abgebildet hatte, in einer Dunkelkammer, um jede weitere Lichteinwirkung auszuschliessen, in siedendes Kochsalzwasser legte. Siedende Kochsalzlösung löst nämlich Chlorsilber auf. Also das unverändert gebliebene Chlorsilber wurde so entfernt, und nun

blieb die Zeichnung bestehen, da die Kochsalzlösung das durch das Licht in chemisher Beziehung veränderte geschwärzte Chlorsilber nicht zu lösen im stande ist.

Natürlich ist, wie die Überlegung lehrt, das erhaltene Bild das „negative Schattenbild“[1] der ursprünglichen Zeichnung. Die dunklen Stellen der Zeichnung hatten ja am wenigsten Licht durchgelassen. An diesen blieb also das Chlorsilber fast unverändert, und war durch die heisse Kochsalzlösung bei der Fixierung entfernt worden. So erschienen denn die dunklen Stellen der Originalzeichnung in der Kopie weiss oder fast weiss, während die hellen dunkel ausfielen. Aber legte Talbot dies Negativ wiederum auf durch Chlorsilber lichtempfindlich gemachtes Papier, so bekam er auf diesem Wege die genaue Kopie des Originals, indem er jetzt wieder ein Schattenbild des Schattenbildes der ursprünglichen Zeichnung, und damit eine Kopie von der Grösse des Originals erhielt.

War Talbots Verfahren noch nichts anderes als ein „photographisches Abklatschen[2] vorhandener Bilder in nicht verkleinertem Massstabe,“ so brachte nun Daguerre ebenfalls Ende der dreissiger Jahre durch die Photographie selbst die ersten Bilder fertig. Deshalb ist Daguerre der eigentliche Erfinder dessen, was wir heute Photographie nennen.

Er verwendete die Camera obscura zur Gewinnung von Abbildungen an sich, jenen Apparat, der mit Hilfe von Linsen Bilder davor befindlicher Gegenstände[3] an einer bestimmten Stelle, an welche die Photographen zwecks seiner Einstellung[4] eine Milchglasplatte[5] bringen,

zu erzeugen ermöglicht. Die Camera obscura gestattet zugleich „die beliebige bildliche Verkleinerung der vor der Linse befindlichen Gegenstände,“ was beides zusammen natürlich gegenüber dem Talbotschen Abklatschverfahren einen ausserordentlichen Fortschritt bedeutet. 5

Daguerre brachte nun an die Stelle der Milchglasplatte, mit Hilfe deren also der Apparat auf den zu photographierenden Gegenstand scharf eingestellt wird, eine Silberplatte, auf der er durch Joddämpfe etwas Jodsilber erzeugt hatte. Nach stundenlanger Einwirkung des 10 Lichtes sah er ein auf der Platte enstandenes Bild der vor der Camera befindlichen Gegenstände, dessen Festhalten ihm aber die grössten Schwierigkeiten bereitete, welche erst ein Zufall überwinden half.

Brachte er nämlich die nicht stundenlang sondern nur 15 ganz kurze Zeit belichtete[1] jodierte Silberplatte in Quecksilberdampf, so schlugen sich an den zumeist belichteten Stellen auch die meisten Quecksilberdämpfe nieder, und das photographisch erzeugte Bild erschien in glänzendem Quecksilber ausgeführt. Quecksilberdampf „entwik- 20 kelte“ also das dem menschlichen Auge noch unsichtbare Bild. Daher stammt das für uns jetzt sehr merkwürdige Aussehen jener alten Daguerreotypien, die sich noch in manchen Familien finden. Hiermit war auch die „photographische Abbildung Lebender“ ermög- 25 licht, die von dem Tage ab nur kurze Zeit stille zu sitzen brauchten, um abkonterfeit[2] zu sein, und heute ja sogar in voller Bewegung photographiert werden können.

Das für alle Zeiten Wichtigste an Daguerres Beobachtung ist somit folgendes. Wenn auch das menschliche 30

Auge an lichtempfindlichen nur sehr kurze Zeit in der Camera obscura belichteten Platten absolut noch nichts wahrnehmen kann, hat die chemische Wirkung der Lichtstrahlen doch bereits einen Zerfall der Silberver-
5 bindung eingeleitet. Nun ist es nicht nötig, diesen Zerfall sich vollständig durch fortgesetzte Belichtung vollziehen zu lassen, damit er dem menschlichen Auge sichtbar werde. Jetzt ist es vielmehr möglich diesen Zerfall-Prozess mit Hilfe geeigneter Chemikalien ohne
10 weitere Lichteinwirkung zur Entwickelung von negativen Bildern zu benutzen.

Bald nach dem Bekanntwerden des Daguerreschen Verfahrens begann die Suche nach Ersatz für die teuren Silberplatten, und Talbot benutzte an ihrer Stelle sein
15 lichtempfindliches Papier mit Erfolg in der Camera obscura. Als Silberverbindung wandte er im Anschluss an Daguerre statt Chlorsilber jetzt Jodsilber an, indem er sein in Silberlösung getauchtes Papier durch Jodkaliumlösung zog.

20 Zum Entfernen des auf der belichteten Platte unverändert gebliebenen Jodsilbers benutzte er an Stelle der ehemals verwendeten siedenden Kochsalzlösung nunmehr eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron,[1] die in der Kälte bereits Chlorsilber sowohl wie Bromsilber und
25 Jodsilber mit grösster Leichtigkeit löst, und seitdem allgemein zu diesem Zwecke dient. Aber die Rauheit selbst des besten Papiers machte sich bei den nach Talbots Verfahren hergestellten Bildern unangenehm geltend,[2] und Daguerres auf polierten Silberplatten hergestellte
30 Bilder schienen den Sieg davontragen zu sollen.

Das änderte sich mit dem Tage, an welchem Niépce die Eiweisslösungen in die Photographie einführte. Setzt man zu einer Lösung von Eiweiss Jodkalium, giesst sie auf Glasplatten und taucht diese nach dem Trocknen in Höllensteinlösung, so hat man jetzt eine durch ihren 5 Gehalt an Jodsilber lichtempfindliche Eiweissschicht auf dem Glase, der die Rauhigkeit des Papiers völlig abgeht,[1] und die nunmehr ausgezeichnete Bilder liefert.

Die verkleinerten Bilder, welche die Camera obscura liefert, sind also negativ und werden deshalb, wie es ur- 10 sprünglich Talbot für Zeichnungen angewandt hatte, auf lichtempfindliches Papier übertragen, um so zum Positiv, zum wirklichen Bilde des zu Photographierenden zu gelangen. Auch das Papier, auf das man die Negative übertrug, überzog man von jetzt ab mit einer lichtemp- 15 findlichen Eiweissschicht, und erzielte wegen der Glätte und des Glanzes, den hernach das auf solchem Papier befindliche Bild zeigt, ausgezeichnete Resultate.

Die unangenehme Neigung der Eiweisslösungen zur Fäulnis führte dann zu deren von Fry empfohlenen Er- 20 satz durch Kollodium.[2] Dieses ist eine Auflösung von nitrierter Baumwolle also Schiessbaumwolle in einem Gemisch von Äther und Alkohol.

Die für das Auge unsichtbare Veränderung, die bei kurzer Belichtung der Platte hervorgerufen wird, die 25 einst Daguerre mit Quecksilber zu einem Bilde entwickelt hatte, muss und kann, wie wir schon besprachen, natürlich auch bei den nachher an Stelle der Silberplatten verwendeten gläsernen mit lichtempfindlichem Eiweiss- oder Kollodiumschichten überzogenen Platten, ebenfalls 30

sichtbar gemacht werden. Die hierzu dienenden Mittel fasst man unter dem Namen „Entwickler“ zusammen. Zuerst benutzte man als solche schwefelsaures Eisenoxydul[1] (Eisenvitriol im gewöhnlichen Leben genannt) und Pyrogallussäure.[2] Später hat man die verschiedensten anderen Chemikalien versucht, von denen sich das Hydrochinon[3] besonders bewährt, das jetzt mit am meisten verwendet wird.[4]

Im Kollodiumverfahren wurde mit Brom- und Jodkalium versetztes[5] Kollodium in eine Lösung von salpetersaurem Silber getaucht, und sodann die nasse Glasplatte, auf der sich also ein Gemisch von Brom- und Jodsilber befand, mit dem noch anhängenden Überschuss[6] des salpetersauren Silbers in der Camera zur Gewinnung des Bildes exponiert. Tauchte man sie in der Dunkelkammer sodann in Eisenvitriol- oder Pyrogallussäurelösung, so reduzierte eines dieser Mittel das überschüssige salpetersaure Silber zu Silber, während sie auf Jod- und Bromsilber nicht einwirken. Das aus ersterem pulvrig abgeschiedene Silber schlug sich hierauf, wie einst die Quecksilberdämpfe im Daguerreschen Verfahren, an den belichteten Stellen im Verhältnis zur Stärke ihrer Belichtung in der Camera obscura nieder, so dass auf diese Art das negative Bild sichtbar ward. Die Fixation dieses Negativs, also die Fortnahme des überschüssigen unveränderten Brom- und Jodsilbers, erfolgt durch Eintauchen in eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron, die das überschüssige Brom- und Jodsilber auflöst. In Rücksicht auf die Pyrogallussäure kann man das Verfahren als ein im chemischen Sinne saures bezeichnen.

Versuche, auf diesem Wege Trockenplatten, die man aufbewahren konnte, herzustellen, hatten keinen Erfolg, es blieb nötig, frisch in eine Lösung von salpetersaurem Silber getauchte Platten zu verwenden.

Russell machte dann in den sechziger Jahren die merkwürdige Beobachtung, dass der Lichteindruck auf die in der Camera obscura erhaltene Platte auch ohne den dem Überschuss an salpetersaurem Silber entstammenden Silberniederschlag als Bild sichtbar gemacht werden kann. Wäscht man nämlich aus den nassen Platten den Überschuss an salpetersaurem Silber mit vielem Wasser völlig aus, erzeugt[1] auf denselben in diesem Zustande ein Bild in der Camera obscura, und taucht sie hernach in „alkalische“[2] Pyrogallussäure (d. h. fügt man Alkali der ehemals verwendeten sauren Lösung zu), so zersetzt diese alkalische Lösung jetzt das belichtete Brom- und Jodsilber direkt nach der Massgabe der Belichtung, was sie, wie wir soeben besprachen, ohne Alkali nicht vermochte. So kommt ein Bild ohne überschüssiges Silber zu stande, das hernach durch unterschwefligsaures Natron fixiert wird, welches das unverändert gebliebene Bromsilber aus der Platte fortnimmt. Damit war man der Herstellung von Trockenplatten bedeutend näher gekommen, indem die bisher auf der Platte notwendige überschüssige Lösung von salpetersaurem Silber unnötig wurde.

Da die alkalische Pyrogallusäurelösung, wie sich bald herausstellte, weit besser auf Brom- als auf Jodsilber wirkt, kam damit das Bromsilber zu seiner jetzigen Bedeutung in der Photographie.

1871 empfahl Maddox an Stelle des Kollodiums Gelatine zu verwenden, mit deren Hilfe nun bis auf den heutigen Tag die langerstrebten Trockenplatten hergestellt werden. Der eigentliche Erfinder derselben ist
5 aber Bennett im Jahre 1878 gewesen. Er zeigte, dass eine fertig hergestellte sogenannte Bromsilbergelatineemulsion[1] durch „nachheriges Erwärmen"— das ist das ausschlaggebende—erst jenen hohen Grad von Empfindlichkeit, den man heute daran rühmt, bekommt. Und
10 so wurde denn die Herstellung der jetzigen Trockenplatten, welche die Verwendung der Gelatine und diese Beobachtung ermöglichen, etwa folgende:

Man löst in einer Dunkelkammer Bromammonium (an Stelle des früher verwendeten Bromkaliums) in Wasser,
15 dem man Gelatine und sodann Höllensteinlösung zufügt, wobei die Temperatur anfangs 75° beträgt, hernach aber bis zum Sieden gesteigert wird. Hierbei bildet sich in der Emulsion das Bromsilber. Aus der auf diesem Wege erhaltenen Bromsilbergelatineemulsion,
20 welche nach dem Erkalten erstarrt, wäscht man mittelst Wasser sodann alles Lösliche heraus, trocknet sie und bringt sie durch Anwärmen wieder zum Schmelzen. In diesem Zustande giesst man sie auf Glasplatten, die ihrerseits in Trockenschränken[2] rasch völlig getrocknet
25 werden, und nunmehr Handelsware sind. Sie werden in der Dunkelkammer so verpackt, dass vor der endgültigen[3] Benutzung jede Lichtwirkung darauf ausgeschlossen ist. Solche Trockenplatten sind etwa zehnmal so empfindlich als die ehemaligen nassen Kollo-
30 diumplatten.

Mit Herstellung dieser Trockenplatten beginnt der grosse Aufschwung der Liebhaberphotographie.[1] Die Anfertigung der lichtempfindlichen Platte, ehemals natürlich das schwierigste in der Photographie, ist damit Aufgabe geübter Fabrikanten geworden und dem photo- 5 graphierenden Laien entzogen.

Die Trockenplatte liefert in einer mit einer guten und deshalb teuren Linse versehenen Camera obscura mit Leichtigkeit vorzügliche Abbildungen. Ihre Empfindlichkeit ist bekanntlich so gross, dass ein Moment die 10 nötige Belichtungszeit darstellt. Die dadurch herbeigeführte beginnende Zersetzung des Bromsilbers an den vom Lichte getroffenen Stellen, die das menschliche Auge, wie die Besichtigung in der Dunkelkammer zeigt, noch nicht wahrzunehmen vermag, führt, um es kurz zu 15 rekapitulieren, also der Entwickler dann bis zur gewünschten Stärke fort. Sobald dieser Punkt erreicht, und damit das Bild entwickelt ist, wovon man sich durch Besichtigung der Platte beim roten Lichte der Dunkelkammer überzeugt, entfernt man durch Ein- 20 tauchen in eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron das unangegriffen gebliebene Bromsilber, womit das Negativ fertig ist. Erfolgt die Übertragung des Negativs sodann auf lichtempfindliches Silberpapier, so bekommen wir die speziell als Photographien bezeichne- 25 ten Abbilduugen.

Natürlich hat man, nachdem man die Empfindlichkeit der Silbersalze gegen das Licht kennen gelernt hatte, auch Salze anderer Metalle und sonstige Substanzen oder Gemische davon auf ihr Verhalten gegen das Licht 30

geprüft, und gefunden, dass z. B. auch bestimmte Platinsalze lichtempfindlich sind.

Das Bild in der Camera obscura, also das Negativ, wird stets mit Bromsilbergelatine hergestellt. Kopiert
5 man es hernach aber statt auf Silberpapier auf Platinpapier, so erhält man als Positiv jene so schön sammetschwarzen Platinotypien, deren Aussehen an Kupferstiche erinnert.

Die ganze Photographie beruht also auf der chemi-
10 schen Einwirkung des Lichtes auf durch das Licht zersetzliche Salze, speziell heutzutage auf Bromsilber. Nun wissen wir von der Physik her, dass das weisse Licht aus einem Gemisch verschiedener Farben, den sogenannten Regenbogenfarben, besteht. Zerlegt man
15 es mittelst eines Prismas in diese seine Farben und versucht das so erhaltene Spektrum auf die gewöhnliche Art zu photographieren, so sieht man, dass an einem Ende desselben, nämlich beim Rot, keine Wirkung auf die photographische Platte eintritt, während sie am
20 anderen Ende, also beim Violett und Ultraviolett am stärksten ist. Ultraviolett nennt man das auf das Violett folgende Stück, welches dem menschlichen Auge unsichtbar ist, und ihm daher schwarz erscheint, welches aber noch auf die photographische Platte wirkt.
25 Dieses Verhalten der Spektralfarben gegenüber den lichtempfindlichen Platten erklärt uns, weshalb man die Entwickelung der der Camera entnommenen Platten in der Dunkelkammer bei rotem Licht ausführen kann, ohne dass die gegen weisses Licht so empfindliche
30 Platte hierdurch beeinflusst wird.

So erklärt es sich auch, dass rote, gelbe, selbst grüne Farben sehr wenig auf die Platte wirken, was z. B. bei der Reproduction von Ölgemälden höchst störend ist, sich aber auch bei Porträtaufnahmen geltend macht.

Dies zwang dazu Bilder von farbigen Objekten, namentlich Porträts hinsichtlich der Gesichtfarben, nachträglich etwas zu korrigieren, was man als Retouche[1] bezeichnet.

Vogel fand dann, dass man diesen Übelstand vermeiden kann, wenn man die Bromsilbergelatineplatten selbst ein wenig mit gewissen Farbstoffen färbt. Sie werden dadurch auch für solche Farben, die ohne diesen Zusatz nicht darauf wirken, empfindlich, indem Licht von den ihnen zugesetzten Farben jetzt ebenfalls auf ihr Bromsilber einwirkt. Seitdem erst ist es möglich speziell Ölgemälde in jenen schönen photographischen Reproduktionen wiederzugeben, die wir jetzt zu sehen gewöhnt sind, während ältere oder mit gewöhnlichen Trockenplatten hergestellte Photographien ganze Teile derselben nur in verschwommenen[2] Umrissen zeigen.

So kann denn das Bestreben, farbige Gegenstände photographisch in schwarz in richtiger Weise zu reproduzieren, als auf dem Wege[3] der farbenempfindlichen Platten der Hauptsache nach[4] gelöst bezeichnet werden. Eine ganz andere Aufgabe, die aber vielfach mit ersterem verwechselt wird, ist es jedoch, Photographien statt in schwarz sogleich in bunten Farben[5] herzustellen.

Trotz aller darauf verwandten Mühe ist die Lösung dieser Aufgabe bisher nicht geglückt, wenigstens in keiner Weise für die photographische Wiedergabe von

Personen, deren Bilder man jetzt nachträglich allerdings mit der Hand sehr schön koloriert.

Dagegen sind mit der direkten bunten Wiedergabe des Sonnenspektrums schon Erfolge erzielt. Um dieses
5 auf der Bromsilbergelatineemulsionsplatte sogleich in seinen natürlichen Farben wiederzugeben, wird in der Camera obscura hinter die Platte Quecksilber gegossen, und zwar wird sie mit der lichtempfindlichen Seite gegen das Quecksilber gestellt. Die Lichtstrahlen des zu pho-
10 tographierenden Spektrums erzeugen sodann, infolge der spiegelnden Wirkung des Quecksilbers, in dem Glase der Platte sogenannte Interferenzerscheinungen,[1] und diese sind die Ursache, dass, nachdem die Platte in üblicher Weise entwickelt ist, sich auf derselben das Spektrum
15 in seinen natürlichen bunten Farben zeigt. Die Gründe für diesen merkwürdigen Erfolg der Photographie sind theoretisch aufs vorzüglichste klargelegt worden. Der Ausführung in der Praxis stellen sich aber noch so grosse Schwierigkeiten entgegen, dass die Herstellung solcher
20 wahren Buntphotographien erst in ganz kleiner Zahl geglückt ist.

XII. Die Röntgenstrahlen.

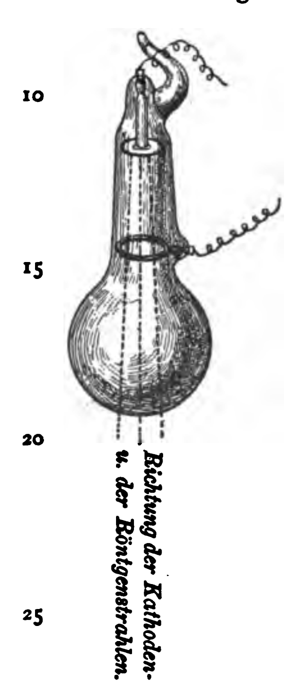
Wir können unsere Betrachtung über die photographische Reproduktion von Gegenständen unmöglich
25 schliessen, ohne des neuesten Fortschritts auf diesem Gebiete, wie z. B. des Photographierens der Knochen innerhalb des lebenden Körpers, zu gedenken. Die Möglichkeit hierzu bieten bekanntlich die Röntgen-

strahlen,[1] die an sich ins Gebiet der Physik gehören.

Wir wissen alle, dass der elektrische Funke, wenn er als Blitz durch die Luft fährt oder künstlich erzeugt von einem Orte zum anderen überspringt, nicht einen geraden sondern einen Zickzackweg zurücklegt. Grund hierfür 5 ist der sich ihm entgegenstellende Widerstand der Luft. Pumpt man aber vermittelst einer Luftpumpe die Luft bis auf etwa eine tausendstel Atmosphäre aus einer Glasröhre aus, nachdem man in ihre beiden Enden Drähte, die als Pole einer elektrischen Leitung dienen sollen, ein- 10 geschmolzen hat, und leitet den elektrischen Strom hindurch, so springt überhaupt kein Funke mehr von einem Pol zum andern, sondern die Röhre, in der jetzt der Luftwiderstand nur in sehr geringem Masse in Frage kommt, leuchtet statt dessen unter dem Einfluss der 15 Elektrizität ihrer ganzen Länge nach, indem sich die Lichterscheinung von einem Pol zum anderen Pol hinzieht. Mit solchen Röhren lassen sich unter Verwendung verschiedener stark verdünnter Gasarten, wie Wasserstoffgas, Sauerstoffgas, die jedes, wenn die Elek- 20 trizität die Röhre durchströmt, andersfarbiges Licht ausstrahlen, wunderschöne Farbenzusammenstellungenen erzielen. Sie heissen nach dem berühmten Glasbläser Geissler, der sie zuerst in vollendeter Schönheit anfertigte, Geisslersche Röhren.[2] 25

Pumpt man jedoch die Luft so vollständig aus solchen Röhren aus, dass der Luftdruck darin weniger als eine millionstel Atmosphäre beträgt, geht man darin also hinsichtlich der Verdünnung der Luft ausserordentlich viel weiter als bei den Geisslerschen Röhren, so treten, wenn 30

die Elektrizität sie durchströmt, wiederum andere Erscheinungen auf. Alsdann leuchtet nicht mehr die ganze Röhre, sondern von dem einen Pol, welcher Kathode[1] heisst, gehen jetzt büschelförmige[2] Strahlen aus, welche nunmehr den Namen Kathodenstrahlen erhalten haben, während am anderen Pol, welcher Anode heisst, kaum Lichterscheinungen bemerkbar sind.



Verwendet man an Stelle eines geraden Rohres ein in der Abbildung wiedergegebenes Gefäss, so gehen die Kathodenstrahlen überhaupt nicht mehr, wie die Lichtbündel[3] in den noch ein wenig Gas enthaltenden Geisslerschen Röhren, nach der Anode, sondern ohne dass diese sie beeinflusst, gehen sie senkrecht zur Eintrittsstelle weiter und erzeugen, da wo sie an der gegenüberliegenden Glaswand anprallen, einen hellen Fleck, wobei sich gleichzeitig die Kathodenstrahlen teilweise in Röntgenstrahlen umwandeln. Der helle Fleck ändert, wenn man der Röhre einen Magneten nähert, seinen Platz. Folglich werden diese sichtbaren Kathodenstrahlen im Gegensatz zum gewöhnlichen Licht durch den Magneten beeinflusst.

Röntgen unternahm nun eine Untersuchung der Ka-

thodenstrahlen ausserhalb der Röhre,* in welcher man sie erzeugt und führte diese Versuche in einer Dunkelkammer aus. Er bemerkte hierbei, dass, wenn er die Röhre in einen Kasten aus schwarzer Pappe brachte, also vollständig verdeckte, und in der verlängerten Richtung der nun nicht mehr sichtbaren Kathodenstrahlen ein Blatt Papier hielt, das mit einer Lösung von Bariumplatincyanür[1] bestrichen war, dieser Schirm mit gelber Farbe zu fluorescieren[2] begann. Somit wurde dieser Papierschirm in der lichtlosen Dunkelkammer plötzlich sichtbar, eine Erscheinung, die bis dahin keines Sterblichen Auge geschaut, keines Sterblichen Geist geahnt und für möglich erachtet hatte. Hier zeigte sich also eine neue höchst merkwürdige Wirkung durch Strahlen, weit verschieden von den dem menschlichen Auge für gewöhnlich sichtbaren aber jetzt durch die Pappe verdeckten Kathodenstrahlen. Es ergab sich das Vorhandensein von Strahlen, die das menschliche Auge nicht direkt, sondern nur in Form der von ihnen bewirkten Fluorescenzerscheinungen,[3] zu sehen vermag, und die durch die schwarze Pappe, durch welche die Kathodenstrahlen nicht hindurch können, hindurchwirken.

Unter Fluorescenz versteht man die Eigenschaft mancher Körper, zu denen also das Bariumplatincyanür gehört, ultraviolette Strahlen in sichtbare Lichtstrahlen

---

*Anmerkung: Röntgen benutzte anfangs Röhren der abgebildeten Form, die inzwischen viele Abänderungen erfahren haben, an denen aber hinsichtlich des Prinzips nichts mehr geändert worden ist, so dass wir diese älteste und übersichtlichste Form hier beibehalten wollen.

umzusetzen. So beruht der täglich uns auffallende grünliche Schimmer, den die meisten Petroleumsorten zeigen, auf Fluorescenz. Wie die im gewöhnlichen Lichte enthaltenen lange bekannten ultravioletten rufen also auch die neuentdeckten Röntgen Strahlen Fluorescenzerscheinungen hervor.

Das mit allen bisherigen Wissen unvereinbare Fluorescieren des Bariumplatincyanürs in der lichtlosen Dunkelkammer konnte hier seinen Grund nur in der völlig verdeckten Röhre, in der die Kathodenstrahlen erzeugt wurden, haben. Es muss einer Art von Strahlen, die mit den Kathodenstrahlen gleichzeitig entstehen, aber davon verschieden sind, seine Entstehung verdanken, die erstens unser Auge nicht wahrzunehmen vermag, sonst müssten sie die Dunkelkammer erhellen, und die zweitens, im Gegensatz zu allen bisher bekannten Lichtstrahlen, schwarze Pappe durchdringen. Auch ein in der verlängerten Richtung der Kathodenstrahlen gehaltenes Buch oder Holzbrett hinderte nicht das Leuchten des hinter diese Hindernisse gehaltenen mit Bariumplatincyanür bestrichenen Papiers. Folglich können die neuen Strahlen auch durch diese Hindernisse hindurchgehen.

Brachte Röntgen jetzt an die Stelle des mit Bariumplatincyanür bestrichenen Papiers eine lichtempfindliche also mit Silbersalzen imprägnierte Trockenplatte, so bemerkte er, dass diese Platte in der völlig lichtlosen Dunkelkammer von den für das Auge unsichtbaren Strahlen gerade so, wie vom gewöhnlichen für unser Auge sichtbaren Licht beeinflusst wird, also photographische Bilder geben kann. Brachte er weiter zwischen die Trok-

kenplatte und die die Strahlen liefernde Röhre sehr viel festere Körper als Papier und Holz sind, so zeigte sich hernach darauf deren Schattenbild, wenn sie in gewöhnlicher Weise entwickelt wurde.

Da die Strahlen durch die verhältnismässig weichen 5 Fleischteile hindurchgehen aber die weit kompakteren Knochen nicht durchdringen, liefert eine mit den Strahlen beleuchtete Hand — wenn man den Ausdruck leuchtend für die unsichtbaren Strahlen verwenden darf — ihr Knochenskelett als Bild auf der Trockenplatte. Man 10 kann sogar mit diesen Strahlen ohne weiteres bei Tageslicht photographieren, indem man z. B. seine Hand auf ein Kästchen legt, in welchem sich eine auf diese Art vor dem Tageslichte völlig geschützte Trockenplatte befindet. Lässt man nunmehr die Röntgenstrahlen, die 15 man in einer Röntgenröhre erzeugt, auf die Hand fallen, so wirken sie durch das Holz des Kästchens, welches das Tageslicht nicht durchdringt, auf die Platte, indem sie ja durch das Holz hindurchgehen können und erzeugen hier das Bild. 20

Da die Röntgenstrahlen nicht durch Linsen brechbar, sind alle mit ihrer Hilfe hergestellten Bilder nur sehr genaue Schattenbilder, die die Grösse des Abzubildenden[1] haben. Dadurch stehen sie im Gegensatz zu den eigentlichen Photographieen, die das Bild ganzer Land- 25 schaften, weil eben das gewöhnliche Licht durch Linsen brechbar ist, auf wenige Quadratcentimeter zu übertragen gestatten.

Die dem menschlichen Auge unsichtbaren Röntgenstrahlen wirken somit auf lichtempfindliche Silbersalze 30

nach Art des gewöhnlichen Lichtes, zeigen also in dieser rein chemischen Wirkung das gleiche Verhalten wie dieses. Sie sind aber, um kurz zusammenzufassen, nicht etwa ultraviolette oder ultrarote Strahlen, also nicht der-
5 jenige Teil des gewöhnlichen Lichtes, den wir auch für gewöhnlich darin nicht wahrzunehmen vermögen, der aber ganz wie dieses durch Linsen und Prismen abgelenkt wird, weil sie eben nicht durch Linsen oder Prismen gebrochen werden. Sie sind auch kein Licht im
10 bisherigen Sinne des Wortes, weil wir sie nicht sehen. Sie sind weiter keine Kathodenstrahlen, weil wir diese wie das gewöhnliche Licht in der Röhre leuchten sehen. Vielmehr verwandelt sich ja erst ein Teil der Kathodenstrahlen beim Aufprallen auf die Glaswand in Röntgen-
15 strahlen. Auch werden sie nicht durch den Magneten beeinflusst, und sind daher keine elektrischen Ströme. Sie sind somit ganz etwas Neues. Von welchem Wert sich dieses Neue später, sei es für die Wissenschaft sei es für das Leben, erweisen wird, kann nur die Zeit lehren.

INTRODUCTION TO THE NOTES

I. CHEMICAL ELEMENTS.

The following are the chemical elements which occur in this text:

Barium, *barium*.
Blei, *lead*.
Bor, *boron*.
Brom, *bromine*.
Calcium, *calcium*.
Chlor, *chlorine*.
Chrom, *chromium*.
Eisen, *iron*.
Fluor, *fluorine*.
Gold, *gold*.
Iod, *iodine*.
Kalium, *potassium*.
Kobalt, *cobalt*.
Kohlenstoff, *carbon*.
Kupfer, *copper*.
Magnesium, *magnesium*.
Natrium, *sodium*.
Phosphor, *phosphorus*.
Platin, *platinum*.
Quecksilber, *mercury*.
Sauerstoff, *oxygen*.
Schwefel, *sulphur*.
Silber, *silver*.
Silicium, *silicon*.
Stickstoff, *nitrogen*.
Uran, *uranium*.
Wasserstoff, *hydrogen*.
Zinn, *tin*.

II. SOME GENERAL PRINCIPLES OF GERMAN CHEMICAL NOMENCLATURE.

1. Valence; –ic and –ous Endings.

Some elements, for example iron, have more than one combining power, or valence, and consequently more than one series of compounds. In English the adjective endings *–ic* and *–ous* express higher and lower valence respectively. In German compound

terms in which the first part ends in *–i–* or *–o–* may be used to express respectively higher or lower valence.

Ferrichlorid = *ferric chloride* ($Fe\ Cl_3$).
Ferrochlorid = *ferrous chloride* ($Fe\ Cl_2$).

There are also other ways of expressing higher and lower valence in German. These will be mentioned under the various classes of compounds.

2. Oxides.

An oxide is a compound of any element with oxygen. The oxide of an element is usually expressed in German by a compound of the name of the element and *–oxyd*.

Zinnoxyd = *tin oxide*.

If two oxides are to be distinguished, the compound with *–oxyd* is the higher, the *–ic* oxide. The one of lower valence, the *–ous* oxide, is expressed by a compound with *–oxydul*.

Eisenoxyd, or **Ferrioxyd** = *ferric oxide* ($Fe_2\ O_3$).
Eisenoxydul, or **Ferrooxyd** = *ferrous oxide* ($Fe\ O$).

3. Acids (Säuren).

An acid is a compound containing an acid-forming element and hydrogen and usually oxygen. The '*–ic*' acids, that is, those with the larger amount of oxygen, are expressed in German by compounds of the name of the characteristic acid-element and the word '**–säure**,' i. e. acid. Sometimes the name is based, not upon an element, but upon a compound, usually a common substance from which the acid may be prepared.

Schwefelsäure = *sulphuric acid*.
Phosphorsäure = *phosphoric acid*.
Kohlensäure = ('carbonic acid') *carbon dioxide*.
Salzsäure = *hydrochloric acid*.
Kieselsäure = *silicic acid*.
Salpetersäure = *nitric acid*.
Milchsäure = *lactic acid*.

An acid higher than the '*-ic*' acid is expressed by the use of the prefix 'Über-.'

Überchlorsäure = *perchloric acid.*

The '*-ous*' acids are expressed by the noun '**Säure,**' preceded by an adjective derivative in '*-ig(e)*' from the characteristic element.

Schweflige Säure = *sulphurous acid.*
Chlorige Säure = *chlorous acid.*

An acid lower than the '*-ous*' acid is expressed by the use of the prefix 'Unter-.'

Unterchlorige Säure = *hypochlorous acid.*

4. Bases.

A base or hydroxid is a compound formed from a base-forming element, or metal, with hydrogen and oxygen (i. e. with OH, which is called the "hydroxyl radical"). In German as in English bases are expressed by the name of the basic element and "hydroxid," for which in German *Hydrat* is sometimes used.

Natriumhydroxyd
Natriumhydrat } = *Sodium hydroxid.*

In this text however the popular names of the common bases are used, as *Natron*, *Kali*, *Kalk*, (compare the English "soda," "potash," "lime"). They are used somewhat loosely for either hydroxid or oxide, or even sometimes where it would be better to use the name of the element itself.

Kali, or **Kaliumhydroxyd** = *potash* or *potassium hydroxid.*

5. Salts.

A. Salts containing Oxygen.

A salt is a neutral compound formed when an acid and a base are brought together, and contains a base-forming, or metallic element, an acid-forming element and usually oxygen. Those containing oxygen are usually expressed in German by the name of the basic or metallic element preceded by an adjective derived

from the name of the acid. (In English the salts from the *–ic* acids have the suffix *–ate*, those from the *–ous* acids, the suffix *–ite*).

Schwefelsaures Kupfer = *copper sulphate.*
Salpetersaures Silber = *silver nitrate.*
Schwefligsaures Calcium (or **Kalk**) = *calcium sulphite.*
Unterschwefligsaures Natrium (or **Natron**) *sodium hyposulphite.*

In this text the common names of the bases (as *Kalk*, *Kali*, *Natron*, *Ammoniak*, *Tonerde*, etc.) are used as is sometimes done in English, instead of the basic element.

Schwefelsaures Kali = *sulphate of potash*, *potassium sulphate.*
Phosphorsaurer Kalk = *phosphate of lime*, *calcium phosphate.*
Kieselsaure Tonerde = *silicate of alumina*, *aluminium silicate.*

The suffixes *–at* and *–it*, corresponding to the English *–ate* and *–ite*, may be used in German.

Natriumsulfat.
Silbernitrat.

The salts of an element of two valences are thus expressed:
Ferrosulfat, or **schwefelsaures Eisenoxydul** = *ferrous sulphate.*
Ferrisulfat, or **schwefelsaures Eisenoxyd** = *ferric sulphate.*

B. Salts — Not Containing Oxygen.

These salts are compounds of two elements, one base-forming and one acid-forming. They always have in English the ending *–ide* (on the acid-forming element). The corresponding ending *–id* may also be used in German. Usually however they are expressed by a compound of the names of the two elements, the acid-forming element coming first.

Chlornatrium, or **Natriumchlorid** = *sodium chloride.*
Bromkalium, or **Kaliumbromid** = *potassium bromide.*

If the basic element has two valences, the lower salt is expressed by the ending –ür, while the *–id* expresses the higher one.

Eisenchlorür, or **Ferrochlorid** = *ferrous chloride* ($Fe\ Cl_2$).
Eisenchlorid, or **Ferrichlorid** = *ferric chloride* ($Fe\ Cl_3$).
Kobaltchlorür, or **Kobaltochlorid** = *cobaltous chloride.*

NOTES

Page 1. — 1. **der ihn umgebenden Atmosphäre**; in German a participle or an adjective that has adjuncts precedes the noun it modifies, the participle or adjective immediately preceding the noun, and being itself preceded by its adjuncts. In translating such a construction, which may for convenience be called the "participial construction," the participle or adjective with its adjuncts must be placed after the noun or be put into the form of a relative clause, thus: *The atmosphere surrounding it*, or *which surrounds it.*

This "participial construction" should be carefully noted; in longer and more involved sentences it forms one of the chief difficulties of style in scientific German. The translation by a relative clause is usually to be recommended in cases that prove difficult.

2. **alles zu seiner Existenz Notwendige,** *everything necessary to its existence*, or *everything that is necessary to its existence;* cf. note 1.

3. **Kohlenstoff,** for this word and for *Sauerstoff* (below) see Introduction to the Notes I. In the Introduction to the Notes are given a list of elements and some general principles of German chemical nomenclature.

4. **Kohlensäure**; for the nomenclature of the acids see Introduction to Notes II 3: for *Kohlensäure*, "carbonic acid," use the term *carbon dioxide.*

5. **nach,** when it follows its object, usually means *according to;* trans. here *in.*

6. **speziell,** *in particular.*

7. **Chlorophyllkörner,** *chlorophyl grains*, or *granules.*

8. **nämlich** is used not only, as the English "namely," for the purpose of specifying but also often as here to express a general

explanatory relationship to what has preceded, and is then to be translated by an introductory "for" or "that is to say" or some similar expression, or at times is best left untranslated.

9. **deren,** demon. pron. gen. fem., *its*, i. e. the carbon dioxide's.

Page 2. — 1. **Bildet es sich doch gerade . . . . in,** *indeed it is formed right in;* the emphatic force of the inverted order with *doch* is rendered by *indeed.*

2. **z. B.,** *zum Beispiel,* "for example."

3. **derartige,** *such,* is an adjective derivative in *-ig* from the genitive phrase *der Art,* "of that kind".

4. **Kalisalze,** *potassium salts;* the terms *Kali, Natron, Kalk,* the common names for the oxides, or hydroxids of *Kalium, Natrium Calcium,* are used in popular parlance, as our English "potash," "soda," "lime," often where the names of the elements themselves would be technically more correct. See page 16, line 27 ff and Introduction to Notes II 4.

5. **Kieselsäure,** *silicic acid.* from *Kiesel,* "pebble" or "flint" (i. e. silica).

6. **Liebig,** German professor (1803–1873), one of the most illustrious chemists of his age; inventor of the extract of beef, and, as the founder of agricultural chemistry, the greatest reformer of practical agriculture in the 19th century.

7. **in den vierziger Jahren,** or *in den Vierzigern, in the forties;* the derivatives in *-er* from numerals are not declined when used as adjectives, but are declined when used as nouns.

Page 3. — 1. **die . . . . . . Vorgänge,** "participial construction," *the processes which play a part in the growth of plants;* cf. page 1, note 1.

2. **klar geworden:** *sich klar werden über* (with acc.), "to comprehend clearly."

3. **unzugänglich sei,** "was inaccessible to," *defied.*

4. **sollte . . . . . bedingen,** *was said to,* or *was supposed to cause.*

5. **von Urbeginn an,** *from the very beginning; an* completes the *von.*

6. **von . . . . . . Stoff,** "participial construction," *of organic matter and thus matter provided with this vital force.*

Page 4. — 1. **seine . . . . . . Arbeiten,** "participial construction," *his investigations based upon reliable experiments.*

2. **einer derartigen,** *such a;* cf. page 2, note 3.

3. **Nährmutter,** *fostermother,* in the original sense of "foster," i. e. food.

4. **teleologische,** *teleological,* i. e. "relating to the doctrine of design," referring here to the above-mentioned view that an unchangeable amount of vital force was created as though with definite final purpose.

5. **zumal,** for *zumal da, especially since.*

Page 5. — 1. **Raubbau,** "robbing-cultivation," *robbery;* i. e. the taking of mineral elements from the soil without restoring them by fertilizing.

2. **Hektar,** *hectare,* about two and a half acres.

3. **Kornkammer,** *granary; Korn* in German always means "grain."

4. **Frucht** has always the wider meaning which the English "fruit" occasionally has. Often, as here, it is best translated by *crop.*

5. **hat,** the subject is *man,* line 10.

6. **Cyklus,** "cycle," *rotation.*

7. **Fruchtwechsel,** *rotation of crops;* cf. note 4 above.

8. **Friedrichs des Grossen,** king of Prussia from 1740 to 1786.

Page 6. — 1. **den . . . . Abfällen,** *the manure accumulating on the farm.*

2. **Praxis des Lebens,** *practical experience.*

3. **Brachewirtschaft,** "fallow-husbandry," *practice of fallowing.*

4. **Ohne weiteres,** *without further explanation.*

5. **resp.** (for *respective*) usually means "or," here *that is to say.*

6. **Beim Stillliegen des Bodens,** *while the ground lay fallow.*

Page 7. — 1. **der . . . . Vorrat,** *the supply which in this manner has become available for plant-nutrition, that is to say* (**d. h.** *das heisst*), *is thus soluble now in water.*

2. **mit dem, was . . . . gelöst wird,** *with what becomes soluble anyway of itself each year,* i. e. each succeeding year, while crops are again being grown.

3. **Körneranbaues,** *grain crop.*

4. **dessen Wert an sich,** *their value in themselves; dessen,* demon. pron., gen. sing., "its," here *their,* because it refers to the collective noun *Vieh,* "cattle."

5. **kleemüde,** "clover-tired," i. e. (temporarily) *exhausted of nourishment for clover.*

6. **Praxis,** *experience;* cf. page 6, note 2.

7. **Halm- und Blattfrüchten,** *Halm* is a "blade," *Halmfrüchte;* "cereals"; for *Blattfrüchte,* the "fruit" of leaf-bearing plants, we have no exact equivalent, it may be translated by "vegetables."

Page 8. — 1. **Fruchtfolge,** *sequence,* or *rotation of crops.*

2. **Vorfrüchte,** *preceding crops.*

3. **trieb . . . . noch stärkeren Raubbau,** *exhausted the soil even more;* cf. page 5, note 1.

4. **geltend,** trans., *felt.*

5. **aufgeklärt,** supply *wäre* from below.

6. **daran,** *of them* (i. e. of inorganic salts), goes with *Schätze.*

Page 9. — 1. **Ackerkrume,** *soil.*

2. **Beschaffung,** *procuring;* this derivative in *-ung* from the verb *beschaffen* is not common.

3. **Phosphorit,** *phosphorite,* also called "phosphate rock."

4. **Thomasphosphatmehl,** *powdered Thomas phosphate,* or, as it is commonly called, "Thomas slag."

5. **phosphorsaurem Kalk,** for the nomenclature of the salts, see Introduction to Notes II, 5 (here 5 A.)

6. **Abzugsrohr,** *escape-pipe.*

7. **Knochenkohle,** *bone-black,* or *animal charcoal.*

Page 10. — 1. **Ausgangsmaterial,** *starting-material,* to be treated with sulphuric acid, as explained further on. Bone-ash however, without further treatment, is also used as a fertilizer, as is also "bone-meal," made from bones not even burned.

2. **ist . . . . verunreinigt,** *contains impurities; Verunreinigungen* (below), "impurities."

3. **speziell,** cf. page 1, note 6.

4. **der neunziger Jahre,** cf. page 2, note 7.

5. **Darniederliegen,** or *Daniederliegen, depression.*

6. **Fundstätten** are places where ore or minerals are found. trans. here *deposits.*

Page 11. — 1. **peruanischen,** *Peruvian.*

2. **Entphosphorung,** *dephosphorizing;* note the force of the prefix *ent–*.

3. **nun,** expletive, trans. by unemphatic *now* at the beginning of the sentence.

4. **aufschliesst;** there is in English no equivalent technical expression (*fachmännisch,* "technical"). The verb means, as the text explains, to *distintegrate* or make soluble by the use of strong chemicals.

Page 12. — 1. **Superphosphat,** *superphosphate.*

2. **auf,** *into,* or *to obtain.*

3. **zu habenden,** *to be had;* this attributive use of the present participle with *zu* is always passive and expresses possibility or necessity.

4. **Chlorkalium,** see Introduction to Notes II, 5, B.

Page 13. — 1. **Magdeburg,** city in Prussia, about ninety miles west-southwest of Berlin.

2. **auf,** cf. page 12, note 2.

3. **versotten,** from *versieden,* "to boil away," "to evaporate by boiling."

4. **Abraumsalz,** *waste.*

5. **Erbohrung,** "getting by boring," *striking.*

6. **der bergmännische Betrieb in Gang kam,** trans., *the mines had begun to be worked,* or *mining began.*

7. **nämlich,** cf. page 1, note 8.

8. **Nebenprodukte,** *by-products.*

9. **ist;** the subject is *Element.* Lassar-Cohn uses occasionally the inverted order after *und.*

Page 14. — 1. **Pflanzeneiweisses;** *Eiweiss* = "egg-white," *albumen,* best spellt *albumin* when not limited to white of eggs.

2. **welches . . . . bedingt,** *upon which the real vital functions in their existence depend, in a manner similar to that which obtains in the case of animal albumin.*

3. **Verkümmerung,** *stunted growth.*

4. **feuerbeständig ist,** *resists the action of heat.*

5. **Von vornherein,** *a priori, at first.*

6. **decken,** *meet,* or *supply.*

7. **indifferentes**, *inactive*.

8. **trägen**, *inert*.

Page 15. — 1. **ausschlaggebende**, *decisive*, or *most important*.

2. **salpetersaure Salze**, *nitrates*.

3. **Leguminosen**, *leguminosæ*.

4. **stickstoffhaltige**, *nitrogenous*.

5. **Stickstoffsammler**, *nitrogen-gatherers*.

Page 16. — 1. **Hektar**, cf. page 5, note 2.

2. **Chilisalpeters**, *Chili saltpeter*, i. e. sodium nitrate, found especially in Chili and Peru.

3. **schwefelsaurem Ammoniak**, *sulphate of ammonia*, *ammonium sulphate*.

4. **Base**; see Introduction to Notes, II, 4.

5. **Schwefelsaures Kali** etc.; see Introduction to Notes II, 5 A.

Page 17. — 1. **zumal**, cf. page 4, note 5,

2. **Anilin**, *aniline*.

Page 18. — 1. **Sprengmittel**, *explosives*.

2. **näher eingehen**, *treat of more fully*.

3. **laugt . . . . aus**, *leaches* (*out*).

4. **womit . . . . begonnen worden ist**, trans., *which began to be done*.

Page 19. — **resp.**, cf. page 6, note 5.

2. **d. h.** = *das heisst*, "i. e."

3. **Eiweissstoffe**, *proteids*, also called *albuminoids*, these two terms have been used synonymously, now they are generally used for slightly differing subdivisions of the nitrogenous compounds. Most of these compounds discussed in the text are proteids; gelatin is an albuminoid.

4. **Peptone**, *peptones*.

5. **Agens** = *agent*.

6. **veranlasst**, the subject is *Stoff*; trans., *a substance which is called trypsin causes the intestinal digestion, which is no less important for nourishment*.

7. **Kohlenhydrate**, *carbohydrates*.

Page 20. — 1. **reagiert**, *react*; the subject is *Darminhalt*; cf. page 13, note 9.

2. **aber doch schliesslich,** *but yet after all.*

3. **schieben,** *attribute.*

4. **Magensaft,** *gastric juice.*

5. **abstumpfen,** *neutralize.*

6. **ist bisher nicht zu entscheiden gewesen,** *it has not as yet been possible to determine.*

Page 21. — 1. **Verdauungstractus,** *alimentary canal.*

2. **Instandhaltung,** *maintenance.*

Page 22. — 1. **stickstoffhaltige,** cf. page 15, note 4.

2. **jedes Weiterleben,** *all continuation of life.*

3. **von Natur aus,** *by nature; aus* completes *von.*

4. **gerinnen,** *coagulate.*

5. **dargestellt.** The verb *darstellen,* which in literary German usually means "to represent," means in a chemical sense "to prepare," to "produce"; similarly the noun *Darstellung.*

Page 23. — 1. **aussichtslos,** *without prospect of being realized.*

2. **Kasein,** *casein.*

3. **Asche,** *ash,* i. e. the inorganic ingredients.

4. **Ihnen;** the use here and elsewhere of the second person pronoun, instead of the usual indefinite *man* (in oblique cases *ein–*) is due to the fact that in the original lectures the author was directly addressing an audience; see Preface.

5. **hängt so zusammen,** *is to be explained in this way.*

6. **Lebewesen,** *organisms.*

7. **bei Erfüllung ihnen zusagender Bedingungen,** trans., *when suitable conditions are fulfilled.*

Page 24. — 1. **Milchsäure,** *lactic acid,* but *Milchzucker* is "milk sugar."

2. **Lab,** *rennet.*

3. **Schleimhaut,** *mucous membrane.*

4. **scheidet sich dieses,** cf. page 13, note 9.

5. **Leim,** *gelatin,* or, as it is often to be translated, "glue."

6. **Bindegewebe,** *connective tissue.*

Page 25. — 1. **Saucen,** *gravies.*

2. **stickstofffreien,** *non-nitrogenous.*

3. **sich . . . . gegenseitig zu vertreten,** *to be substituted one for the other.*

Page 26. — 1. **es sei an das Olivenöl erinnert,** *olive oil may be called to mind* (as an example).

2. **Grönländer,** *Greenlanders.*

3. **Breiten,** *latitudes.*

Page 27. — 1. **circa** (Lat., *about*) **25° Celsius** (*Celsius* or *Centigrade*); Anders Celsius (1701–1744) invented this thermometer scale

2. **stearinsaurem Glycerin,** *stearate of glycerin.*

3. **Oleomargarin;** *oleomargarine* or as it is usually called in this country "oleo-oil." Our terms "oleomargarine" or "butterine" applied to artificial butter as a finished product correspond to the German *Margarine*, which occurs below.

4. **Speisefett,** *cooking-fat.*

5. **als Dauerware,** *in a form that will keep.*

6. **Sesamöl,** *sesame oil,* is not used for this purpose in America.

7. **Curcuma,** *turmeric,* a root used for coloring.

Page 28. — 1. **Gattungsnamen,** *generic name,* i. e., "carbohydrate."

Page 29. — 1. **zum Abschluss gediehen sind,** *have been completed.*

2. **hinfällig,** here *inappropriate.*

3. **Reservestoffbehälter,** *receptacles of reserve material.*

Page 30. — 1. **Mais,** *maize, corn.*

2. **Im grossen ganzen,** *broadly speaking.*

3. **aufgeschwemmte,** *suspended,* or *in suspension.*

4. **Bodensatz,** *deposit.*

5. **nämlich,** cf. page 1, note 8.

6. **Kleister,** (*starch-*) *paste.*

Page 31. — 1. **verkleistern,** *turn into paste.*

2. **mittl. Zusammensetzg.,** *mittler Zusammensetzung, of medium composition.*

Page 32. — 1. **Kleienreiche Brote,** *the kinds of bread that are made from flour containing considerable bran.*

2. **Zuckerkranken**, *diabetic patients*, whose diet should contain as little starch and sugar as possible.

Page 33. — 1. **Ihren**, cf. page 23, note 4.

2. **arabischen Gummi**, *gum arabic*.

3. **fabrikmässig**, trans., *on a commercial scale; Fabrik*, "factory."

Page 34. — 1. **syrupförmig**; grape sugar as a commercial product (*Handelsware*) of this syrupy consistency is called "glucose."

2. **Zuckercouleur**, *sugar-color*, or *caramel*.

3. **übrigens**, here *however*.

Page 35. — 1. **vertrieben**, *sold*.

2. **Mutterlauge**, *mother-liquor*.

3. **nahm . . . einen grossen Aufschwung**, *began to flourish greatly*.

4. **Antillen**, *Antilles*, the West India Islands (exclusive of the Bahamas).

Page 36. — 1. **zum Erliegen kam**, *was given up*.

2. **Runkelrübe**, *sugar beet*.

3. **folgenschwersten**, *most momentous*.

4. **der**, indirect object of *zugefallen ist;* trans., *to which* (i. e. to European agriculture) *came a new and for a long time very profitable object of cultivation through the fact that* — etc.

5. **Tragweite**, "range," *significance*.

Page 37. — 1. **Kontineltalsperre**, *continental blockade*.

2. **zumal**, cf. page 4, note 5.

3. **Finanzobject**, *object for revenue-taxation*.

4. **Wissenschaft und Technik**, *theoretical and applied science*.

Page 38. — 1. **Diffusionsbatterie**, *diffusion battery*.

2. **eingedampft**, *concentrated by boiling*.

3. **sehr stark luftverdünnten Raume**, *place where the air has been much rarified*, called "a vacuum pan."

4. **Abdampfen** is the object of *verträgt*.

5. **in Zuckerhutform**, *in the form of sugar cones*, i. e. large somewhat conical sugar-loaves, common in Germany.

Page 39. — 1. **Tierkohle**, the same as *Knochenkohle*, cf. page 9, note 7.

2. **Melasse** (*beet-*)*molasses.*
3. **Saccharin,** *saccharine.*
4. **Glycocoll,** *glycocol.* — **u. a.,** *und andere.*
5. **Benzöesäuresulfimid,** *imide of sulpho-benzoic acid.*

Page 40. — 1. **vortäuschen,** *conjure up.*
2. **sehen wir doch,** cf. page 2, note 1.

Page 41. — 1. **anregende Genussmittel,** *stimulating relishes.*

Page 42. — 1. **kleisterartigen,** *pasty.*
2. **Kleber,** *gluten;* the verb *kleben* means "to stick," "to glue."
3. **Hefezellen,** *yeast cells.*

Page 43. — 1. **verkleistern,** cf. page 31, note 1.
2. **Sauerteig,** "sour dough," *leaven.*

Page 44. — 1. **Presshefe,** *compressed yeast.*
2. **Nitrogruppe,** *nitro-group.*

Page 45. — 1. **ausschlaggebende,** cf. page 15, note 1.
2. **ist. . . . kein . . . Ersatz zu finden gewesen,** (*it*) *has not been possible to find any . . . substitute;* Notice that *Ersatz* is subject of *ist,* not object of *finden.* It is only with the simple tenses of "to be" that English can express possibility in a manner similar to this German idiom (but with the passive infinitive in the predicate); cf. *Kein Ersatz ist* (*war*) *zu finden,* "No substitute is (was) to be found."
3. **Explosionstechnik,** *manufacture of explosives.*
4. **Byzanz,** *Byzantium.* i. e. Constantinople.

Page 46. — 1. **Abstand nahmen,** *desisted.*

Page 47. — 1. **Satz,** *composition.*
2. **an die Seite gestellt,** *compared.*

Page 48. — 1. **nämlich,** cf. page 1, note 8.
2. **Feuersetzen;** there is no equivalent English word. It means "the firing of piles of wood," to heat the stone.

Page 49. — 1. **zu übertreffenden,** cf. page 12, note 3.
2. **geltend macht,** *takes effect.*

Page 50. — 1. **Scheitelhöhe,** *height.*

2. **Chimborasso**, one of the highest mountains of the Andes, situated in Ecuador.

3. **Nordostseekanals**, *North Sea and Baltic Canal* (*Ostsee*, "Baltic"), now known as the Kaiser Wilhelm Canal; the North Sea end is at the mouth of the Elbe.

4. **Waffentechnik**, *fire-arm industry;* cf. page 45, note 3.

5. **Knallquecksilber**, *fulminating mercury*.

6. **Zünder**, *match*, as used in the old match-locks; distinguish from the unumlauted *Zunder*, "tinder."

7. **ein durchaus beständiger Körper**, *a substance which does not form a gas*. Translate similarly *beständige* (below).

Page 51. — 1. **Schiessbaumwolle**, *gun-cotton*.

2. **„Nitrosäure,"** *nitro-sulphuric acid*.

3. **in der Technik**, *technically*.

4. **circa**, cf. page 27, note 1.

Page 52. — 1. **sich so klar . . . geworden war**, cf. page 3, note 2.

Page 53. — 1. **auf Initialzündung**, *by detonation*.

2. **Stoss**, *impact*.

3. **Zünder**, here the same as *Zündhütchen*, *percussion-cap*.

4. **ganz gleich ob**, *no matter whether*.

5. **Ausgangsmaterial**, cf. page 10, note 1.

Page 54. — 1. **Kieselgur**, *infusorial earth*, also called in English "Kieselgur."

2. **Gotthardtunnel** in Switzerland was built from 1871–81 and is 9½ miles long.

3. **Ballistik**, *ballistics*, i. e. the science of projectiles.

4. **rechnerischem**, *mathematical*.

5. **Antrieb**, *impetus*.

6. **Melinit**, *melinite*.

7. **Pikrinsäure**, *picric acid*.

Page 55. — 1. **Kollodium**, *collodion*.

Page 56. — 1. **resp.**, cf. page 6, note 5.

2. **Sprenggelatine**, *nitro-gelatin*.

3. **abgetönt**, *varied*.

4. **altbewährte,** *old standard.*

5. **gallusgerbsaurem Eisen,** *gallotannate of iron; gerben,* "to tan."

Page 57. — 1. **von jeher,** *always.*

2. **Blauholz,** *logwood.*

3. **Anilinfarben**; the names of the various aniline colors are the same in both languages, except that the English forms are spelled with a final "e."

4. **Blutlaugensalz,** "blood-lye salt," *ferrocyanide of potassium.*

Page 58. — 1. **der Eingeweihte,** *the person initiated,* or *let into the secret.*

2. **Berlinerblau,** *Prussian blue.*

3. **Kobaltchlorür,** see Introduction to Notes II, 5, B.

4. **wasserfreie,** *anhydrous.*

5. **wasserhaltige,** *hydrated.*

Page 59. — 1. **Papyrusstaude,** *papyrus,* or paper plant.

Page 60. — 1. **inkrustierenden,** *incrusting.*

2. **Brei,** *pulp.*

Page 61. — 1. **aufzuheben,** *to do away with.*

2. **geleimt,** *sized*; the inaccuracy of the German expression depends upon its derivation from *Leim,* which primarily means "glue."

3. **Gerberei**; *Färberei.* In this abridgement the chapter on tanning and dyeing has been omitted.

4. **Verwandtschaft,** *affinity.*

5. **Tonerde,** *alumina,* i. e. aluminium oxide.

Page 62. — 1. **satiniert,** *satines.*

2. **Natronlauge,** *caustic soda-lye,* or sodium hydroxyd.

3. **Holländer,** *Hollander,* or *rag engine*; it was a Dutch invention, hence the nâme.

Page 63. — 1. **Antichlor,** *antichlor.*

2. **Kolophonium,** *colophonium,* or *common rosin.*

3. **harzsaures Natron,** *sodium resinate.*

4. **für die notwendige Dünnflüssigkeit gesorgt ist,** trans., *the proper consistency has been secured.*

5. **Wasserzeichen**, *water-mark.*

Page 64. — 1. **ist . . . zu decken gewesen**, cf. page 45, note 2, and for the meaning of *decken*, page 14, note 6.

2. **Ausfuhrzölle**, *export duties.*

3. **Alfagras**, *esparto grass.*

Page 65. — 1. **Natroncelluloseverfahren**, *soda process.*

2. **zehn atmosphären Überdruck**, *a pressure of ten atmospheres.*

3. **Aufschliessen**, *disintegration.*

4. **Natroncellulose**, *soda-pulp.*

5. **auf**, cf. page 12, note 2.

Page 66. — 1. **Sulfitcellulose**, *sulphite-pulp*, from the sulphite (or bisulphite) process.

2. **von vornherein**, cf. page 14, note 5.

3. **saure schwefligsaure Kalk**, *acid sulphite of calcium.*

4. **schwefligen Säure**, see Introduction to Notes II. 3 and 5 A.

Page 67. — 1. **Schmelze**, *molten mass.*

2. **von alters her**, *from the earliest times.*

Page 68. — 1. **Gläsern**; the plural is used when it is a question of "various kinds of glass," although it is at times best translated by the singular.

2. **Pliniussche**, adjective from *Plinius*, Pliny, here Pliny the Naturalist, who lived in the first century of our era.

3. **phönizische**, *Phœnician.*

4. **sollen**, *are said.*

5. **hohl stellten**, trans., *raised from the ground.*

Page 69. — 1. **Murano bei Venedig**, *Murano near Venice.*

2. **Karls des Grossen**, *Charles the Great*, or *Charlemagne*, king of the Franks after 768, Roman Emperor from 800 to his death in 814.

3. **Wilhelms des Eroberers**, *William the Conqueror*, king of England from 1066 to 1087.

4. **Kienspäne**, *pine torches.*

Page 70. — 1. **es sei . . . erinnert**, cf. page 26, note 1.

2. **vielerorts**, *in many places.*

3. **Verkehrsmittel**, *means of traffic.*

4. **mit ein Grund,** *one of the reasons.*

5. **über diese Selbsterzeugung hinaus,** *in excess of that produced in the factory itself.*

Page 71. — 1. **Häfen,** (glass-melting) *pots.*

2. **Regenerativgasfeuerungen,** *regenerators,* i. e. chambers heated by the escaping gases and used then to heat the fuel-gas and the air before their combustion.

3. **Glasmacherpfeife,** *glass-maker's blow-tube.*

Page 72. — 1. **Kühlöfen,** *annealing ovens.*

2. **Bemerkt sei,** *it may be mentioned.*

3. **Giessen,** *casting.*

4. **Spiegelscheiben,** *plate-glass windows.*

5. **Legierung,** *alloy.*

Page 73. — 1. **Zinnfolie,** *tin-foil.*

2. **überschüssigen Quecksilbers,** *excess of mercury.*

3. **Belag,** *coating.*

4. **klar legen,** *be explained.*

Page 74. — 1. **Ganz allgemein gilt der Satz,** "the statement holds good universally," trans. *it is always true.*

Page 75. — 1. **infolge des gewohnheitsmässigen Umgehens damit,** *as a result of habitually handling them.*

2. **auf glastechnischem Gebiete,** trans. *in the manufacture of glass.*

3. **Pressen,** *moulding.*

4. **Aufsätze,** '*épergnes,*' or centerpieces; so also *Tafelaufsätze* (below).

5. **geschliffener,** from *schleifen,* to grind, or cut, used of cut glass.

6. **Strass,** *paste,* also called "strass."

Page 76. — 1. **Glassatz,** (glass) *mass,* i. e., the raw materials in a molten state.

2. **Goldpurpur,** *purple of Cassius.*

3. **Kryolith,** *cryolite.*

4. **ein . . . Mineral;** the article *ein* goes with *Mineral,* cf. page 1, note 1.

Page 77. — 1. **vieler Orten,** *in many places,* adverbial genitive.

2. **Lehm,** '*loam,*' *common clay.*

3. **rhombischem,** properly "rhombic," here apparently *rectangular.*

4. **Luftziegel,** *air-dried bricks.*

5. **mancherwärts,** *in many places.*

6. **Fachwerksbauten,** *frame buildings.*

7. **Sintern,** *sintering.*

Page 78. — 1. **Ringöfen,** *annular kilns.*

2. **was,** trans., *a fact which.*

3. **Feuerbeständigkeit,** "ability to withstand fire," *refractoriness; feuerbeständig* (below) "refractory," as used of clays.

4. **die . . . Glasteilchen,** *the glass particles which, after being half fluid, solidify again as they cool.*

5. **bedingen,** *cause.*

6. **Feuerungsanlagen,** *fire-boxes* (of furnaces).

Page 79. — 1. **Chamotteziegel,** *Chamotte-brick,* or *fire-brick.*

2. **bauchige,** *vase-shaped.*

3. **brennt;** usually in connection with the manufacture of pottery the English equivalent of *brennen* is "to fire."

4. **aufschwemmt,** *suspends.*

Page 80. — 1. **Bleiglanz,** *galena* (sulphide of lead).

2. **Bayern,** *Bavaria.*

3. **Steinzeug,** *stone-ware.*

5. **Selterwasser,** *Seltzerwater.*

Page 81. — 1. **Abzugsöffnungen,** *vent-holes.*

2. **schwerflüchtig,** *hard to volatilize.*

3. **Glasur** is object of *schmilzt.*

Page 83. — 1. **sächsische,** *Saxon.*

2. **Meissen,** the town (near Dresden) where the well-known Dresden china is manufactured.

3. **fabrikmässig,** cf. page 33, note 3.

4. **Flussmitteln,** *fluxes.*

5. **Kaolinton,** *kaolin.*

6. **geschlämmt,** *washed.*

7. **Kalifeldspat,** *potash felspar,* or *orthoclase.*

Page 84. — 1. **kalkhaltiges,** *calcareous.*

2. **Einsatzgefäss,** *porous cup.*

Page 85. — 1. **„verglühte,“** *biscuit-baked,* applied to porcelain that has been fired but once. "Biscuit" is also applied to the dull porcelain that has been twice fired but without glaze; see *Biskuitporzellan* (below).

Page 86. — 1. **sich . . . verziehen,** *become distorted.*

2. **drei gegen die übrige Glasur etwas eingedrückte Vertiefungen,** lit., three holes somewhat pressed in compared with the remaining glaze, trans., *three slight depressions in the glaze.*

3. **Scherben,** *biscuit.*

Page 87. — 1. **scharfen Feuer,** also **Scharffeuer** (below), *sharp fire.*

2. **Biskuitporzellan,** *biscuit-ware,* or *bisque-ware.*

3. **die,** there is manifestly a slip here on the part of Lassar-Cohn; *die* can refer only to a word like *Zerstörung* that was in the author's mind from *Unzerstörbarkeit.*

4. **Nüancen,** *shades.*

Page 88. — 1. **Sèvres,** a town near Paris celebrated for its porcelain manufactures.

2. **Anreiben,** *grinding* (of the colors).

3. **Muffelofen,** *muffle-furnace,* in which a chamber of fire-clay, the so-called "muffle," protects the objects from contact with the flames or soot.

4. **Königswasser,** *aqua regia,* a mixture of hydrochloric acid and nitric acid.

Page 89. — 1. **Höllenstein,** '*lapis infernalis,*' or *lunar caustic.*

Page 90. — 1. **leicht darstellbar,** *easy to prepare.*

2. **Hallenser,** adjective from *Halle,* a city in Central Germany.

Page 91. — 1. **durchscheinende,** *translucent.*

Page 92. — 1. **„negative Schattenbild,“** *negative image,* or "negative."

2. **Abklatschen,** trans. *printing;* the verb means to take an impression or print off (as of proof sheets etc.).

3. **davor befindlicher Gegenstände,** *of objects which are before it.*

4. **Einstellung,** *focusing; einstellen* (below), "to focus."

5. **Milchglasplatte,** *milk-glass plate.*

Page 93. — 1. **belichtete,** *exposed.*

2. **um abkonterfeit zu sein,** *to have a picture taken.*

Page 94. — 1. **unterschwefligsaurem Natron,** *sodium hyposulphite,* usually called "hypo"; see Introduction to Notes II. 5 A.

2. **geltend,** cf. page 8, note 4.

Page 95. — 1. **der . . . abgeht,** *which is entirely free from the roughness of paper.*

2. **Kollodium,** cf. page 55, note 1.

Page 96. — 1. **schwefelsaurem Oxydul,** see Introduction to Notes II. 5 A.

2. **Pyrogallussäure,** *pyrogallic acid.*

3. **Hydrochinon,** *hydrochinon.*

4. **mit am meisten verwendet wird,** *is among those most used.* The *mit* gives the meaning "among."

5. **versetztes,** *mixed.*

6. **Überschuss,** *excess;* translate the adjective *überschüssig* (below) by "excess of."

Page 97. — 1. **erzeugt,** the *man* after *wäscht* is also subject of *erzeugt* and *taucht.*

2. **„alkalische,"** *alkaline.*

Page 98. — 1. **Bromsilbergelatineemulsion,** *gelatin emulsion of silver bromide.*

2. **Trockenschränken,** *drying-closets.*

3. **endgültigen,** *final.*

Page 99. — 1. **Liebhaberphotographie,** *amateur photography.*

Page 101. — 1. **Retouche,** *retouching.*

2. **verschwommenen,** *indistinct.*

3. **auf dem Wege,** *by means.*

4. **der Hauptsache nach,** *essentially.*

5. **in bunten Farben,** *in colors. Buntphotographien* (below), "color-photographs."

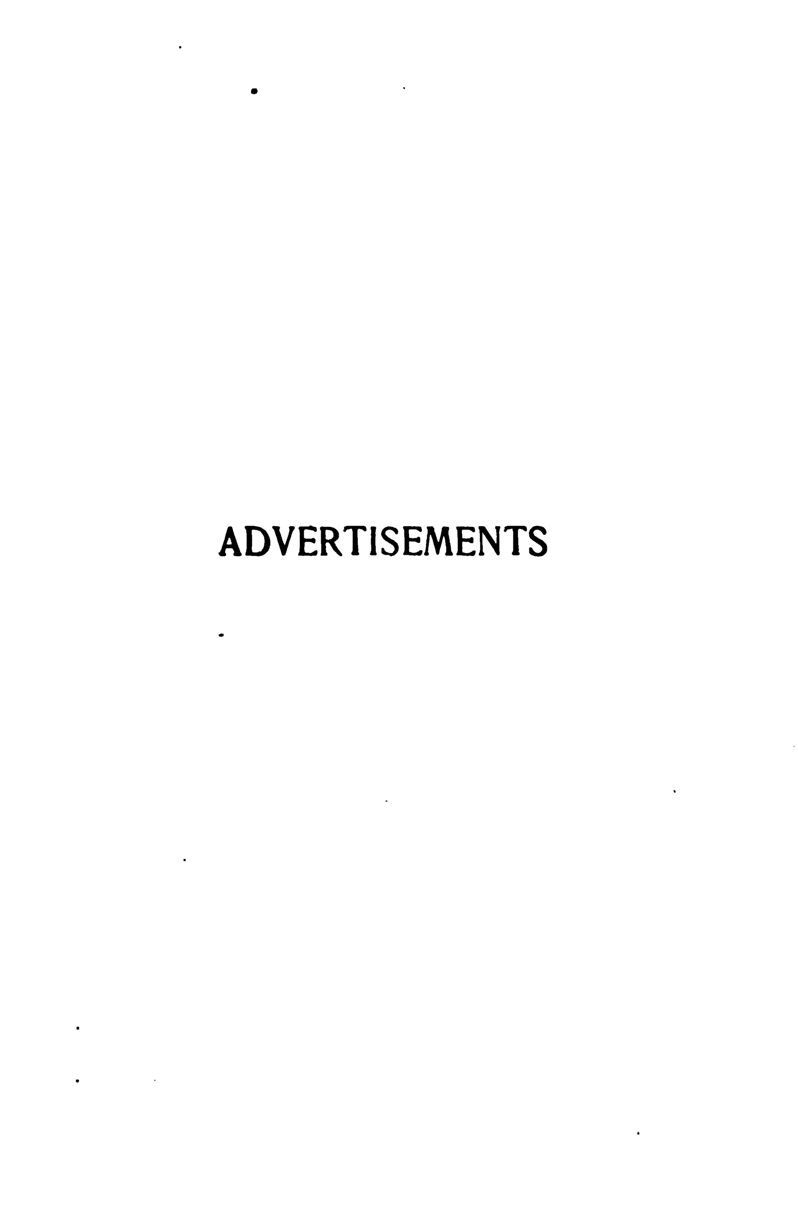
Page 102. — 1. **Interferenzerscheinungen,** *phenomena of interference.*

Page 103. — 1. **Röntgenstrahlen,** *Röntgen rays,* X-rays.
2. **Geisslersche Röhren,** *Geissler's tubes.*

Page 104. — 1. **Kathode,** *cathode; Anode,* "anode."
2. **büschelförmige,** *in brush form.*
3. **Lichtbündel,** *pencils of light.*

Page 105. — 1. **Bariumplatincyanür,** *bario-platinous cyanide.*
2. **fluorescieren,** *fluoresce.*
3. **Fluorescenzerscheinungen,** *phenomena of fluorescence.*

Page 107. — 1. **des Abzubildenden,** cf. page 12, note 3.



ADVERTISEMENTS

Heath's Modern Language Series

GERMAN GRAMMARS AND READERS.

Ball's German Drill Book. Companion to any grammar.
Ball's German Grammar.
Bishop and McKinlay's Deutsche Grammatik.
Deutsches Liederbuch. With music.
Foster's Geschichten und Märchen. For young children.
Fraser and Van der Smissen's German Grammar.
Greenfield's Grammar Summary and Word List.
Guerber's Märchen und Erzählungen.
Haertel and Cast's Elements of Grammar for Review.
Harris's German Composition.
Harris's German Lessons.
Hastings' Studies in German Words.
Heath's German Dictionary.
Hewitt's Practical German Composition.
Holzwarth's Gruss aus Deutschland.
Huebsch-Smith's Progressive Lessons in German.
Huebsch-Smith's Progressive Lessons in German. Rev.
Huss's German Reader.
Jones's Des Kindes erstes Lesebuch
Joynes-Meissner German Grammar.
Joynes and Wesselhoeft's German Grammar.
Krüger and Smith's Conversation Book.
Manfred's Ein praktischer Anfang.
Méras' Ein Wortschatz.
Mosher and Jenney's Lern- und Lesebuch.
Pattou's An American in Germany. A conversation book.
Schmidhofer's Lese-Übungen für Kinder.
Schmidhofer's Erstes Lesebuch.
Schmidhofer's Zweites Lesebuch.
Spanhoofd's Elementarbuch der deutschen Sprache.
Spanhoofd's Erstes deutsches Lesebuch.
Spanhoofd's Lehrbuch der deutschen Sprache.
Wallentin's Grundzüge der Naturlehre (Palmer).
Wesselhoeft's Elementary German Grammar.
Wesselhoeft's Exercises. Conversation and composition.
Wesselhoeft's German Composition
Zinnecker's Deutsch für Anfänger.

Heath's Modern Language Series

ELEMENTARY GERMAN TEXTS. (Partial List.)

Andersen's Bilderbuch ohne Bilder (Bernhardt). Vocabulary.
Andersen's Märchen (Super). Vocabulary.
Aus der Jugendzeit (Betz). Vocabulary and exercises.
Baumbach's Nicotiana (Bernhardt). Vocabulary.
Baumbach's Waldnovellen (Bernhardt). Six stories. Vocabulary.
Benedix's Der Prozess (Wells). Vocabulary.
Benedix's Nein (Spanhoofd). Vocabulary and exercises.
Blüthgen's Das Peterle von Nürnberg (Bernhardt). Vocab. and exs.
Bolt's Peterli am Lift (Betz). Vocabulary and exercises.
Campe's Robinson der Jüngere (Ibershoff). Vocabulary.
Carmen Sylva's Aus meinem Königreich (Bernhardt). Vocabulary.
Die Schildbürger (Betz). Vocabulary and exercises.
Der Weg zum Glück (Bernhardt). Vocabulary and exercises.
Deutscher Humor aus vier Jahrhunderten (Betz). Vocab. and exercises.
Elz's Er ist nicht eifersüchtig (Wells). Vocabulary.
Gerstäcker's Germelshausen (Lewis). Vocabulary and exercises.
Goethe's Das Märchen (Eggert). Vocabulary.
Grimm's Märchen and Schiller's Der Taucher (Van der Smissen).
Hauff's Das kalte Herz (Van der Smissen). Vocab. Roman type.
Hauff's Der Zwerg Nase (Patzwald and Robson). Vocab. and exs.
Heyse's L'Arrabbiata (Deering-Bernhardt). Vocab. and exercises.
Heyse's Niels mit der offenen Hand (Joynes). Vocab. and exercises.
Hillern's Höher als die Kirche (Clary). Vocabulary and exercises.
Leander's Träumereien (Van der Smissen). Vocabulary.
Münchhausen: Reisen und Abenteuer (Schmidt). Vocabulary.
Rosegger's Der Lex von Gutenhag (Morgan). Vocab. and exercises.
Salomon's Die Geschichte einer Geige (Tombo). Vocab. and exercises.
Schiller's Der Neffe als Onkel (Beresford-Webb). Vocabulary.
Spyri's Moni der Geissbub (Guerber). Vocabulary.
Spyri's Rosenresli (Boll). Vocabulary.
Spyri's Was der Grossmutter Lehre bewirkt (Barrows). Vocab. and exs.
Storm's Geschichten aus der Tonne (Vogel). Vocab. and exs.
Storm's Immensee (Bernhardt). Vocabulary and exercises.
Storm's In St. Jürgen (Wright). Vocabulary and exercises.
Storm's Pole Poppenspäler (Bernhardt). Vocab. and exercises.
Till Eulenspiegel (Betz). Vocabulary and exercises.
Volkmann's Kleine Geschichten (Bernhardt). Vocabulary.
Zschokke's Der zerbrochene Krug (Joynes). Vocabulary and exercises.

Heath's Modern Language Series

INTERMEDIATE GERMAN TEXTS. (Partial List.)

Arndt, Deutsche Patrioten (Colwell). Vocabulary.
Benedix's Die Hochzeitsreise (Schiefferdecker). Vocabulary.
Böhlau's Ratsmädelgeschichten (Haevernick). Vocabulary.
Chamisso's Peter Schlemihl (Primer). Vocabulary.
Deutsche Gedichte und Lieder (Roedder and Purin). Vocabulary.
Eichendorff's Aus dem Leben eines Taugenichts (Osthaus). Vocab.
Ernst's Asmus Sempers Jugendland (Osthaus). Vocabulary.
Goethe's Hermann und Dorothea (Adams). Vocabulary.
Goethe's Sesenheim (Huss). From *Dichtung und Wahrheit*. Vocab.
Hauff's Lichtenstein (Vogel). Abridged.
Heine's Die Harzreise (Vos). Vocabulary.
Hoffmann's Historische Erzählungen (Beresford-Webb).
Jensen's Die braune Erica (Joynes). Vocabulary.
Keller's Fähnlein der sieben Aufrechten (Howard). Vocabulary.
Keller's Romeo und Julia auf dem Dorfe (Adams). Vocabulary.
Lambert's Alltägliches. Vocabulary and exercises.
Lohmeyer's Geissbub von Engelberg (Bernhardt). Vocab. and exs.
Lyrics and Ballads (Hatfield).
Meyer's Gustav Adolfs Page (Heller).
Mosher's Willkommen in Deutschland. Vocabulary and exercises.
Novelletten-Bibliothek (Bernhardt).
Raabe's Eulenpfingsten (Lambert). Vocabulary.
Riehl's Burg Neideck (Jonas). Vocabulary and exercises.
Rogge's Der grosse Preussenkönig (Adams). Vocabulary.
Schiller's Der Geisterseher (Joynes). Vocabulary.
Schiller's Dreissigjähriger Krieg (Prettyman). Book III.
Selections for Sight Translation (Mondan).
Shorter German Poems (Hatfield). Vocabulary.
Spielhagen's Das Skelett im Hause (Skinner). Vocabulary.
Stifter's Das Haidedorf (Heller).
Stökl's Alle fünf (Bernhardt). Vocab. and exercises.
Unter dem Christbaum (Bernhardt).
Wildenbruch's Das edle Blut (Schmidt). Vocab. and exercises.
Wildenbruch's Der Letzte (Schmidt). Vocab. and exercises.
Wildenbruch's Neid (Prettyman). Vocabulary.
Zschokke's Das Abenteuer der Neujahrsnacht (Handschin). Vocab.
Zschokke's Das Wirtshaus zu Cransac (Joynes). Vocab. and exs.

Heath's Modern Language Series

INTERMEDIATE GERMAN TEXTS. (Partial List.)

Arnold's Aprilwetter (Fossler). Vocabulary.
Arnold's Fritz auf Ferien (Spanhoofd). Vocab. and exercises.
Arnold's Menne im Seebad (Thomas). Vocab. and exercises.
Auf der Sonnenseite (Bernhardt). Vocabulary.
Baumbach's Das Habichtsfräulein (Bernhardt). Vocab. and exs.
Baumbach's Der Schwiegersohn (Bernhardt).
Baumbach's Die Nonna (Bernhardt). Vocabulary.
Drei kleine Lustspiele (Wells). Vocabulary and exercises.
Ebner-Eschenbach's Die Freiherren von Gemperlein (Hohlfeld).
Freytag's Die Journalisten (Toy). Vocabulary.
Frommel's Eingeschneit (Bernhardt). Vocabulary.
Frommel's Mit Ränzel und Wanderstab (Bernhardt). Vocab. and exs
Fulda's Der Talisman (Prettyman). Vocabulary.
Gerstäcker's Der Wilddieb (Myers). Vocabulary and exercises.
Gerstäcker's Irrfahrten (Sturm). Vocabulary.
Grillparzer's Der arme Spielmann (Howard). Vocabulary.
Heyse's Das Mädchen von Treppi (Joynes). Vocab. and exercises.
Heyse's Hochzeit auf Capri (Bernhardt). Vocab. and exercises.
Hoffmann's Gymnasium zu Stolpenburg (Buehner). Vocabulary.
Keller's Die drei gerechten Kammacher (Collings). Vocabulary.
Keller's Kleider machen Leute (Lambert). Vocabulary.
Liliencron's Anno 1870 (Bernhardt). Vocabulary.
Moser's Der Bibliothekar (Wells). Vocabulary.
Moser's Köpnickerstrasse 120 (Wells).
Riehl's Das Spielmannskind (Eaton). Vocabulary and exercises.
Riehl's Der Fluch der Schönheit (Thomas). Vocabulary.
Schiller's Das Lied von der Glocke (Chamberlin). Vocabulary.
Schiller's Jungfrau von Orleans (Wells). Illus. Vocab.
Schiller's Maria Stuart (Rhoades). Illustrated.
Schiller's Wilhelm Tell (Deering). Illustrated. Vocab.
Seidel: Aus goldenen Tagen (Bernhardt). Vocab. and exercises.
Seidel's Leberecht Hühnchen (Spanhoofd). Vocabulary.
Selections for Sight Translation (Deering).
Stern's Die Wiedertäufer (Sturm). Vocabulary and exercises.
Stille Wasser (Bernhardt). Three tales. Vocabulary.
Wichert's Als Verlobte empfehlen sich (Flom). Vocabulary.
Wilbrandt's Das Urteil des Paris (Wirt).



15. 3 - 6

3. 24
29. 8
53. 9

